

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“CONSTRUCCIÓN DE UNA CISTERNA DE AGUA
CONTRA INCENDIO PARA UNA PLANTA INDUSTRIAL
EN LURIN”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
PARA OPTAR EL TÍTULO DE**

INGENIERA AGRÍCOLA

KATARINE JANETH CARRANZA PORTOCARRERO

LIMA – PERÚ

2022

Document Information

Analyzed document	TSP KATARINE CARRANZA 16.10.docx (D157603451)
Submitted	2/1/2023 11:52:00 PM
Submitted by	Carlos Bravo
Submitter email	cbravo@lamolina.edu.pe
Similarity	11%
Analysis address	cbravo.unalm@analysis.arkund.com

Sources included in the report

	URL: https://www.slideshare.net/RolandoJeronimo/especificaciones-tecnicas-137768076 Fetched: 11/28/2021 3:24:16 AM	 5
---	--	---

Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA
"INFORME DE EXPERIENCIA LABORAL PARA LA CONSTRUCCION DE UNA CISTERNA DE AGUA CONTRA INCENDIO PARA UNA PLANTA INDUSTRIAL EN LURIN" TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRICOLA
KATARINE JANETH CARRANZA PORTOCARRERO LIMA – PERU 2022
La UNALM es titular de los derechos patrimoniales del presente trabajo (Art. 24 del Reglamento de Propiedad Intelectual)
Índice General
I. PRESENTACIÓN 1 II. INTRODUCCIÓN 3 III. OBJETIVO 5 IV. MARCO TEÓRICO 6 4.1. Glosario de términos: 6 4.2. Base Legal: 6 4.3. Estructura Interna del Concreto 7 4.4. Durabilidad del concreto 7 4.4.1. Patología debido a fenómenos físicos 8 4.4.2. Patología debido a fenómenos químicos 8 4.4.3. Diseño de mezclas con criterio de Durabilidad 11 4.5. Permeabilidad 12 4.6. A.P.U. (Análisis de Precios Unitarios) 12 4.7. Programación de obra 14 4.7.1. Proceso de Programación de obra 14 4.8. Presupuesto de la obra 15 4.8.1. Condición de un Presupuesto 15 4.9. Cronograma de obra 16 4.9.1. Ruta crítica 16 4.9.2. Procedimiento Project 17 V. METODOLOGÍA 18 5.1. Ubicación del proyecto: 18 5.2. Descripción del proyecto 19 5.3. Estudio de Mecánica de Suelos 19 5.4. Especificaciones técnicas de los materiales 20 5.5. Características Estructurales 21 5.6. Características arquitectónicas 21 5.7. Acabados 23 5.8. Consideraciones de Diseño 23 5.8.1. Cargas de Diseño 23 5.8.2. Parámetros Sísmicos empleados en el Diseño 27 5.8.3. Combinaciones de Carga 27 5.8.4. Bases de diseño 28 5.9. Modelo estructural y estructuración 29 5.9.1. Modelamiento 29 5.9.2. Pre-dimensionamiento del Sistema Estructural 30 5.10. Estructuración Final 30 5.11. Diseño del Reservorio 30 5.12. Descripción de Etapas del Expediente de la Construcción de Cisterna 31 5.12.1. Elaboración del expediente (und) 31 5.12.2. Obras provisionales y trabajo preliminares 31 5.12.3. Estructuras 33 5.12.4. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto 43 5.13. Control de Calidad 45 5.14. Durabilidad del concreto 48 5.15. Presupuesto de la obra 49 5.15.1. Valorizaciones de obra 50 5.16. Cronograma de obra 51 5.16.1. Ruta Crítica 51 VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 52 Conclusiones 52 Recomendaciones 52 VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 53 VIII. ANEXOS 55 Índice de tablas
Tabla1: Requisitos para condiciones especiales de exposición 11 Tabla2: APU (Análisis de Precio Unitario) del Proyecto Portoviejo 13 Tabla4: Resultado del ensayo en pared de cisterna 45 Tabla5: Resultado del ensayo en techo de cisterna 45 Tabla6: Resultado del ensayo en techo de cuarto de bombas 45 Tabla7: Resistencia de concreto respecto al volumen de obra 46 Tabla7: Presupuesto de la partida de concreto (2019) 49 Tabla 8: Valorización de avance de obra 50 Índice de Figuras

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

**“ CONSTRUCCIÓN DE UNA CISTERNA DE AGUA CONTRA INCENDIO
PARA UNA PLANTA INDUSTRIAL EN LURIN”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERA AGRÍCOLA

Presentado por:

BACH. KATARINE JANETH CARRANZA PORTACARRERO

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Mg. Sc. ALFONSO CERNA VÁSQUEZ
Presidente

Ing. CARLOS ALBERTO BRAVO AGUILAR
Asesor

Arq. VÍCTOR EDUARDO LINARES ZAFERSON
Miembro

Mg. Sc. ALEXIS ENRIQUE RUBIO VALLE
Miembro

LIMA – PERÚ

2022

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. OBJETIVOS.....	2
1.1.1. Objetivo general.....	2
1.1.2. Objetivos específicos	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. GLOSARIO DE TÉRMINOS	3
2.2. BASE LEGAL.....	3
2.3. ESTRUCTURA INTERNA DEL CONCRETO.....	4
2.4. DURABILIDAD DEL CONCRETO	4
2.4.1. Patología debido a fenómenos físicos.....	4
2.4.2. Patología debido a fenómenos químicos	5
2.4.3. Diseño de mezclas con criterio de Durabilidad	7
2.5. PERMEABILIDAD	7
2.6. A.P.U. (Análisis de Precios Unitarios).....	7
2.7. PROGRAMACIÓN DE OBRA	8
2.7.1. Proceso de Programación de obra.....	9
2.8. PRESUPUESTO DE LA OBRA.....	9
2.8.1. Condición de un Presupuesto.....	10
2.9. CRONOGRAMA DE OBRA.....	10
2.9.1. Ruta critica.....	10
2.9.2. Procedimiento Project.....	11
III. METODOLOGÍA	12
3.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO	12
3.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	12
3.3. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.....	13
3.4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES	14
3.5. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES	14
3.6. CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS	15
3.7. ACABADOS	16

3.8.	CONSIDERACIONES DE DISEÑO.....	16
3.8.1.	Cargas de Diseño	16
3.8.2.	Parámetros Sísmicos empleados en el Diseño.....	19
3.8.3.	Combinaciones de Carga	20
3.8.4.	Bases de diseño.....	20
3.9.	MODELO ESTRUCTURAL Y ESTRUCTURACIÓN	21
3.9.1.	Modelamiento.....	21
3.9.2.	Pre-dimensionamiento del Sistema Estructural	21
3.10.	ESTRUCTURACIÓN FINAL	22
3.11.	DISEÑO DEL RESERVORIO	22
3.12.	DESCRIPCIÓN DE ETAPAS DEL EXPEDIENTE DE LA CONSTRUCCIÓN DE CISTERNA	22
3.12.1.	Elaboración del expediente (und).....	22
3.12.2.	Obras provisionales y trabajo preliminares	23
3.12.3.	Estructuras	24
3.12.4.	Ensayo de resistencia a la comprensión del concreto.....	32
3.13.	CONTROL DE CALIDAD.....	33
3.14.	DURABILIDAD DEL CONCRETO	36
3.15.	PRESUPUESTO DE LA OBRA.....	37
3.15.1.	Valorizaciones de obra	38
3.16.	CRONOGRAMA DE OBRA.....	38
3.16.1.	Ruta Crítica.....	39
IV.	CONCLUSIONES.....	41
V.	RECOMENDACIONES.....	42
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
VII.	ANEXOS	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Requisitos para condiciones especiales de exposición.....	7
Tabla 2: APU (Análisis de Precio Unitario) del Proyecto Portoviejo	8
Tabla 3: Clases de concreto	27
Tabla 4: Resultado del ensayo en pared de cisterna	34
Tabla 5: Resultado del ensayo en techo de cisterna	34
Tabla 6: Resultado del ensayo en techo de cuarto de bombas.....	34
Tabla 7: Resistencia de concreto respecto al volumen de obra	35
Tabla 8: Presupuesto de la partida de concreto (2019).....	37
Tabla 9: Valorización de avance de obra.....	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mecanismo de generación de corrosión de acero de refuerzo ante cloruros, agua y oxígeno.....	5
Figura 2: Representación del deterioro de un specimen de concreto expuesto en un ambiente marino	6
Figura 3: Daños por carbonatación del concreto	6
Figura 4: Procedimiento del Project	11
Figura 5: Ubicación de la planta industrial IBEROPLAST	12
Figura 6: Proyección de ubicación de cisterna y cuarto de bombas.....	15
Figura 7: Fuerzas de Empuje del Suelo en las paredes del reservorio	17
Figura 8: Fuerzas de Empuje del agua de la napa freática en las paredes del reservorio ...	18
Figura 9: Vista Interior de las Fuerzas de Empuje del agua en las paredes del reservorio .	18
Figura 10: Fuerzas de Empuje del agua en la losa del reservorio	19
Figura 11: Combinación de cargas	20
Figura 12: Modelo Tridimensional de la Edificación.....	21
Figura 13: Ensayo de compresión del concreto.....	33
Figura 14: Rotura de Probeta.....	33
Figura 15: Comparación de resistencia en pared de cisterna.....	35
Figura 16: Comparación de resistencia en techo de cisterna.....	36
Figura 17: Comparación de resistencia en cuarto de bombas-	36
Figura 18: Cronograma de Obra, con Ruta Crítica.....	40

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Estudio de Suelos.....	46
Anexo 2: Resultado del laboratorio de la prueba de resistencia de concreto	49
Anexo 3: Cronograma de obra.....	52
Anexo 4: Registro fotográfico	53

RESUMEN

El presente informe consiste en exponer los alcances de gestión y planificación que se utilizaron para la construcción de una cisterna de agua contra incendio para una planta industrial en Lurín, este proyecto fue ejecutado de acuerdo a la necesidad que tenía la empresa por cumplir con los estándares de calidad, se debe tomar en cuenta, que esta planta industrial fabrica polipropileno un material altamente inflamable; por lo cual, debe contar con una red de agua contra incendio; para lograr su funcionamiento, se diseñó una cisterna con el fin de habilitar agua a la red, los cuales se basaron en el Reglamento Nacional de Edificaciones y en normas internacionales. La cisterna cuenta con capacidad de 328 m³, un cuarto de bombas ubicado en el nivel 0.0; con capacidad portante 5,77 kg/cm² y 1,185 kg/cm² respectivamente, se utilizó concreto de resistencia de 280 kg/cm², cumpliendo con lo requerido. Durante el transcurso del proyecto se realizaron estudios y controles de calidad como: estudio de suelos, la rotura de probeta y la evaluación de durabilidad. Estos controles, permitieron que la construcción sea eficaz, logrando culminar el proyecto con la satisfacción del cliente.

Palabras clave: Concreto, durabilidad, resistencia.

ABSTRACT

The current report consists into present the scope of management and planning which was used for the construction of a fire water tank for an industrial plant in Lurin. This project was built according to the company's need to achieve the quality standards. It must be considered that this industrial plant manufactures polypropylene, a highly flammable material; Therefore, it must have a fire water network. To achieve its operation, the cistern was designed to provide water to the network, which was based on the National Building Regulations and international standards. The tank has a capacity of 328 m³, a pump room located on level 0.0 with bearing capacity 5.77 kg/cm² and 1,185 kg/cm² respectively, and 280 kg/cm² of resistant concrete was used, complying with the requirements. During the project many studies and quality control were carried out as soil study, tensile strength, and rapid durability evaluation. These controls allowed the construction to be effective, managing to complete the project to the customer satisfaction.

Keywords: Concrete, durability, resistance.

I. INTRODUCCIÓN

Con el paso del tiempo el rubro industrial está teniendo cambios, los cuales deben realizar mejoras en su producción y sus instalaciones. En este sentido el presente informe está siendo elaborado para una planta industrial que fabrica polipropileno.

Las instalaciones de esta planta industrial deben cumplir con la normatividad nacional, como el Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma A130 (incluye la incorporación de los capítulos XI y XII promulgado el 9 de noviembre del 2012). Además, se debe adecuar a los Códigos NFPA que son aceptados por la autoridad competente.

Los incendios suman grandiosas pérdidas humanas y tiene un alto costo económico, por esta razón las nuevas edificaciones que se realizan ya cuentan desde un inicio con el equipamiento para sistemas de Agua Contra Incendio, las antiguas edificaciones se encuentran en proceso de equipar este sistema.

El fuego es un proceso de oxidación rápido que generalmente produce calor y luz. Para que exista fuego debe haber tres elementos: oxígeno (agente oxidante), combustible (agente reductor) y calor (Czajkowski & Calisto Aguilar, 2013).

El cliente se encuentra en un proceso de certificación y de renovación de INDECI por lo que debe contar con las instalaciones adecuadas. Asimismo, el producto que se fabrica y el producto final es el polipropileno (plástico), el cual se encuentra clasificado como altamente inflamable, y se debe tener las instalaciones óptimas. En tal sentido, se le pidió a una empresa tercera ESSAC realizar un estudio de factibilidad del sistema.

En la evaluación de esta empresa, tiene como objetivo principal la protección a la propiedad y la vida, basándose en normas internacionales y en el RNE. Además, logra indicarnos que

los lugares mayor riesgo, son los almacenes por tener altura de almacenamiento, tipo de producto y forma de almacenamiento, esto hace que consideren una mejor protección.

Asimismo, la planta industrial cuenta con un sistema de extintores, pero se debe proyectar una red contra incendio, para esto se debe realizar la construcción de una cisterna; el informe presentado por el tercero según se evaluación nos indica realizar una cisterna enterrada cerca al patio de maniobras con capacidad de 328 m³, considerando en el nivel 0.0m el cuarto de bombas. A su vez, esta cisterna abastecerá a la planta por 60 min en el punto más crítico.

Teniendo, el requerimiento que necesita el cliente para continuar con sus actividades, se contrató a la empresa ejecutora Bravo & Julca la cual se encargó de realizar todas las obras civiles de la cisterna y cuarto de bombas, la cual siguió el RNE para la construcción de dicha cisterna, realizando así un expediente de construcción para ejecutar la obra.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

Establecer los alcances de gestión y planificación para la construcción de una cisterna de agua contra incendio de 328 m³ para el abastecimiento de una planta industrial en Lurín

1.1.2. Objetivos específicos

- Exponer los procesos de estudio, diseño y construcción de una cisterna para agua contra incendio en una planta industrial en el distrito de Lurín.
- Evaluar el cumplimiento de las metas del proyecto

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Fuego:** El fuego es una reacción química que consiste en la oxidación violenta del material combustible al contacto con el oxígeno del aire. Se manifiesta con el desprendimiento de energía luminosa, calorífica, emisión de humos y gases (Arce-Palomino, 2008, p. 119).
- **Incendio:** Es un fuego no controlado y de grandes proporciones, que puede presentarse de manera súbita o gradual. Por lo general produce daños materiales, lesiones o pérdida de vidas humanas y deterioro del ambiente (Arce-Palomino, 2008, p. 119).
- **Concreto:** Es un material artificial de una composición de distintos materiales como agua, cemento, agregados y opcionalmente aditivos (para mejorar sus características), inicialmente presenta una consistencia plástica y manejable, y que luego del fraguado obtiene dos propiedades importantes que son resistentes y aislantes, con lo que se obtiene un material muy importante para la construcción (Pasquel, 1998, p. 12).
- **Cemento:** Formada de arcilla y materiales calcáreos, sometida a cocción, el cual, al ser mezclado con agua genera una pasta que se endurece y al ser adicionado con grava y arena produce el hormigón o concreto hidráulico (RAE, 2014).

2.2. BASE LEGAL

- **RNE - Reglamento Nacional de Edificaciones**
 - Norma RNE A130 Requisitos de Seguridad
 - Norma RNE E020: Cargas
 - Norma RNE E050: Suelos y Cimentaciones
 - Norma RNE E030: Diseño Sismo resistente

- Norma RNE E060: Concreto Armado
 - Norma RNE E070: Albañilería
 - Norma RNE IS010: Instalaciones Sanitarias
- **NFPA – National Fire Protection Association**
 - NFPA 13: Código para la instalación de sistemas de tubería vertical y mangueras Edición 2010.
 - NFPA 20: Código para la Instalación de Bombas Estacionarias de Protección Contra Incendio Edición 2013.

2.3. ESTRUCTURA INTERNA DEL CONCRETO

Existen dos fases distinguibles en el concreto: las partículas de agregados y el medio aglutinante, la Pasta de Cemento Hidratado (pch) (Bustamante, 2017). A nivel microscópico existen otros aspectos de la estructura del concreto: La zona de transición, se encuentra entre las partículas de agregado grueso y la pch, se caracteriza por ser más débil que las otras fases por cuanto tiene una influencia mayor en el comportamiento del concreto (Mehta,1998).

2.4. DURABILIDAD DEL CONCRETO

Según el comité 201 del ACI, la durabilidad del concreto se define como su resistencia a la acción del clima, a los ataques químicos, a la abrasión o cualquier otro proceso de deterioro. La durabilidad depende de las propiedades del concreto y las prácticas de colocación, no obstante también es función de las condiciones ambientales que lo rodean, estas condiciones afectan su durabilidad del concreto pueden ser de origen físico o químico (Bustamante, 2017). En su mayoría estos factores se presentan en combinación manifestándose en la aparición de manchas, eflorescencias o fisuras (Niño, 2010).

2.4.1. Patología debido a fenómenos físicos

Los fenómenos físicos que intervienen contrariamente en la durabilidad del concreto incluyen el desgaste de la superficie o pérdida de masa debido a la abrasión, erosión, cavitación y agrietamiento debido a la cristalización de las sales en los poros, exposición a ciclos de humedecimiento y secado, y la exposición a temperaturas extremas como el

congelamiento o el fuego (Bustamante, 2017).

2.4.2. Patología debido a fenómenos químicos

Los fenómenos químicos que intervienen son las reacciones de iones agresivos con el concreto que producen formación de productos expansivos en la pch, como es el caso de los ataques por sulfatos, ácidos y cloruros. También intervienen la expansión álcali-agregado y la corrosión del acero en el concreto (Bustamante, 2017).

a. Ataque de cloruros y corrosión en el concreto

La alta alcalinidad del hidróxido de calcio previene la corrosión del acero de refuerzo mediante la formación de una delgada película protectora de óxido de hierro en la superficie del metal. No obstante, si el concreto es permeable y permite que los cloruros solubles penetren en el concreto y si el agua y el oxígeno están presentes, entonces ocurrirá corrosión en el acero de refuerzo (Bustamante, 2017).

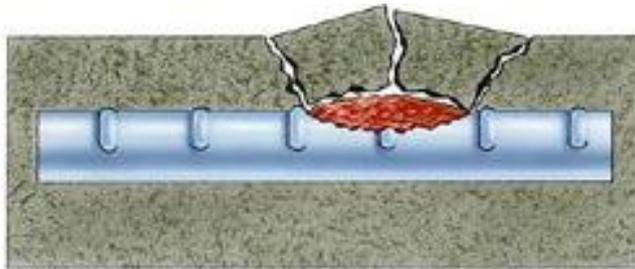


Figura 1: Mecanismo de generación de corrosión de acero de refuerzo ante cloruros, agua y oxígeno

FUENTE: SENCICO, 2011.

b. Ataque de Sulfatos

Los sulfatos generan deterioro directamente al concreto, las principales fuentes de sulfatos que pueden atacar al concreto son: los suelos que contienen yeso mineral (sulfato cálcico), las aguas que contienen residuos industriales y, principalmente el agua de mar que contiene una concentración de aproximadamente 0,004 de sulfato de sodio (Vélez, 2010).

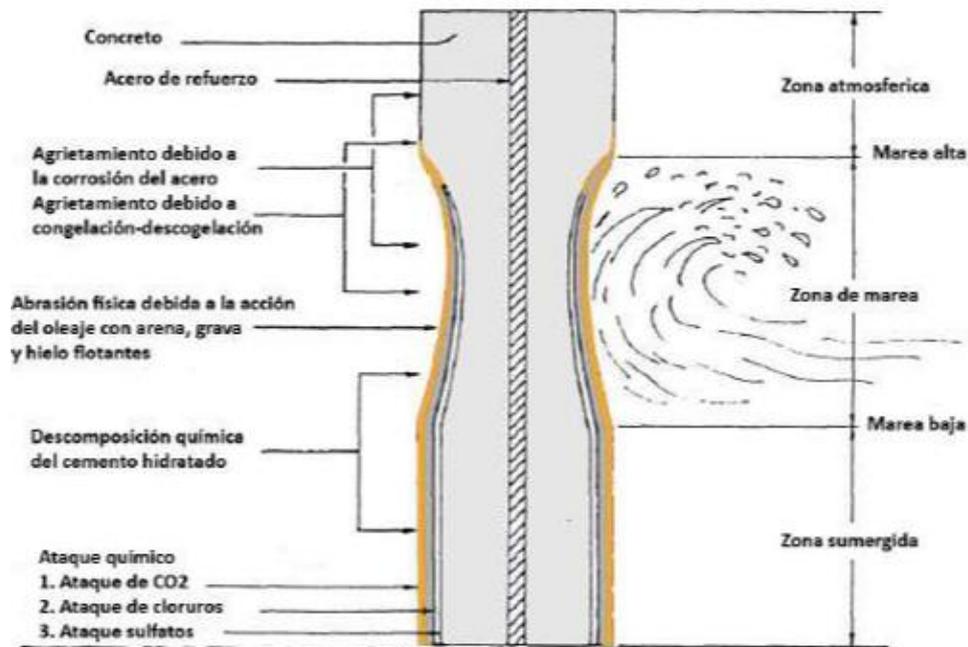


Figura 2: Representación del deterioro de un espécimen de concreto expuesto en un ambiente marino

FUENTE: Adaptado de Portugal, 2007.

c. Carbonatación

La carbonatación del concreto es un proceso por el cual el dióxido de carbono del aire penetra en el concreto y reacciona con los hidróxidos de calcio para formar carbonatos (Verbeck, 1985).

La carbonatación del concreto es el resultado de la reacción de los componentes hidratados del cemento con el CO_2 atmosférico. Como consecuencia de esta reacción, se reduce el pH de la solución del poro del concreto ($\text{pH} = 8$), desarrollándose una corrosión uniforme en el acero de refuerzo (Moreno *et al.*, 2004).



Figura 3: Daños por carbonatación del concreto

FUENTE: Ycaza, 2011.

2.4.3. Diseño de mezclas con criterio de Durabilidad

El diseño de mezclas puede ser definido por la elección de ingredientes seleccionados (cemento, agua, agregados, etc.), y la determinación de las proporciones del objeto a producir un concreto con cierta resistencia, consistencia y durabilidad (Shetty, 2005).

Según la Norma E060, en el punto 4.2.2. Los concretos expuestos condiciones especiales deben cumplir con las relaciones máximas de agua-material cementante y con la resistencia mínima f_c señaladas.

Tabla 1: Requisitos para condiciones especiales de exposición

Condición de la exposición	Relación máxima de agua - material cementante (en peso) para concretos de peso normal	f_c mínimo (Mpa) para concretos de peso normal o con agregados ligeros
Concreto que se pretende tenga baja permeabilidad en exposición al agua	0,50	28
Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo en condición húmeda o a productos químicos descongelantes	0,45	31
Para proteger de la corrosión el refuerzo de acero cuando el concreto está expuesto a cloruros provenientes de productos descongelantes, sal, agua salobre, agua de mar o salpicaduras del mismo origen	0,40	35

FUENTE: Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto armado (2009).

2.5. PERMEABILIDAD

El concepto de permeabilidad se introduce en la ley de Darcy, quien experimentalmente comprobó que el caudal de agua por unidad de superficie que atravesaba un sólido poroso era proporcional al gradiente de presión entre las dos caras del mismo (Amorós *et al.*, 1992).

2.6. A.P.U. (Análisis de Precios Unitarios)

El análisis de precios unitarios son todos los costos monetarios que se dan a través de los resultados económicos para recursos que se dan en la ejecución de obra. Además, se toma en cuenta también los costos por materiales, mano de obra, costo de equipos y subcontratos de cada ejecución de obra (Ángeles Quesquén & Benavides Arévalo, 2018).

Tabla 2: APU (Análisis de Precio Unitario) del Proyecto Portoviejo

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DETALLE: Pilares, Viguetas y Dinteles de hormigón en paredes, puertas y ventanas sección 9x20 cm

Unidad: ml

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O					0,13
Subtotal M					0,13

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Albañil EO D2	1,00	2,33	2,33	0,35	0,82
Maestro mayor ejec. Obras civil EO C1	1,00	3,06	3,06	0,35	1,07
Peón EO E2	2,00	3,50	7,00	0,35	2,45
Subtotal N					4,34

EQUIPO DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO D=AxB
Cemento	Saco	0,36	5,42	1,95
Arena gruesa	m3	0,05	15,00	0,75
Ripio triturado	m3	0,022	20,00	0,44
Agua	m3	0,006	1,09	0,01
Clavos 2 1/2"	kg	0,11	1,56	0,17
Tabla de encofrado 1"x4 ml m	u	0,40	4,23	1,69
Tira de madera (2,5 cmx10cmx4ml)	u	1,30	2,05	2,67
Acero de refuerzo	kg	1,63	1,43	2,33
Alambre negro N18	kg	0,079	2,00	0,16
Subtotal O				10,17

EQUIPO DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO D=AxB
Subtotal P				-

TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	14,63
INDIRECTO (%) 20%	2,93
UTILIDAD (%) 0%	-
COSTO TOTAL DEL RUBRO	17,56
VALOR UNITARIO	17,56

FUENTE: Zamora & Crespo, 2021.

2.7. PROGRAMACIÓN DE OBRA

Es el tiempo de ejecución de obra, en el cual se tiene presente el tiempo requerido para cada partida y el control de avance del proyecto. Es decir, es el tiempo planeado o estimado que se tiene en cuenta para definir la programación inicial y final (Bulgarelli Medina, 1980).

2.7.1. Proceso de Programación de obra

En el proceso de ejecución de obra, se tienen determinadas acciones para obtener el objetivo del proyecto con importantes resultados, por lo que la programación de obra debe ser fundamental en el proceso (Cardozo Tabarez, 2011).

Los pasos en la programación son:

- **Iniciación:** Es el momento donde se realiza un estudio de inversión y factibilidad del proyecto, donde se evalúa todo lo que se va a necesitar en todos los procesos teniendo en cuenta el cronograma y presupuesto, con esta etapa se marca el inicio.

- **Planeación:** Se determinan las mejores alternativas para generar la optimización de las actividades que se realizarán, tomando en cuenta el tiempo que se tiene para cada una, además se deben revisar los riesgos que se tengan para realizar un plan de contingencia.

- **Ejecución:** Es la coordinación de todos los factores involucrados, con el fin de desarrollar cada actividad planteada.

- **Control:** Es la supervisión y verificación de todas las etapas ejecutadas, en la cual se revisa si se está cumpliendo con los estándares de calidad que se ha solicitado y que se ha desarrollado en las memorias de cálculos y planos del proyecto.

- **Finalización:** Es la etapa final del proyecto por lo cual marca la culminación de las actividades.

2.8. PRESUPUESTO DE LA OBRA

El presupuesto de la obra, hace referencia a la cantidad de dinero necesario para afrontar los gastos para acometer dicho proyecto. En otras palabras, es una cifra anticipada que estima el costo de la realización del proyecto por objetivos.

Sirve para delimitar en términos económicos las condiciones que rodean el proyecto, y los

resultados que se esperan conseguir; para ello es necesario un cronograma de ejecución. De tal forma, que se pueda conciliar un plan acción para la ejecución del proyecto.

2.8.1. Condición de un Presupuesto

La función de un presupuesto está relacionada con la organización que financia la obra. El control es el ente encargado de fiscalizar los precios y están sujetos a modificaciones (Palate Moyolema, 2019).

Concluir un proyecto es la meta y para que esto suceda los encargados del proyecto deben tener en cuenta que el presupuesto designado para cada partida a realizar debe estar de acuerdo a los trabajos a realizar.

2.9. CRONOGRAMA DE OBRA

El cronograma de obra es un instrumento con el que se establece el calendario de plazos del proyecto y el conjunto de actividades previstas. Es la programación de cada una de las partidas que la componen, en donde se detalla el trabajo del día a día; se utilizara por la supervisión para realizar la programación semanal, facilitando la estimación de tiempo de los trabajos a realizar y valorando la productividad real del avance respecto a lo previsto.

El cronograma valorizado, establece los recursos y flujos financieros que se van a comprometer en dicho proyecto a lo largo de un periodo de tiempo determinado.

2.9.1. Ruta crítica

La metodología de la Ruta Crítica, tiene como objetivo presentar las actividades que presentan la mayor duración en el proyecto, permitiendo identificar la mínima duración posible, además de estimar el nivel de flexibilidad permisible en la programación (Project Management Institute, 2017).

Esto implica realizar un análisis al diagrama de actividades del cronograma en recorridos hacia adelante y hacia atrás, calculando así las fechas de inicio y finalización, tempranas y tardías, para todas las actividades identificando finalmente su nivel de holgura, sin embargo existen circunstancias que escapan del análisis debido a su imprevisibilidad, pudiendo ser la indisponibilidad de recursos, paralizaciones de obra, el cambio de alcance de las partidas e

inclusive alteraciones en el rendimiento esperado (Project Management Institute, 2017).

2.9.2. Procedimiento Project

El esquema de financiamiento está diseñado alrededor de la curva del presupuesto, basado en el pago del anticipo y los servicios a ser proporcionados como puntos de cambio en el financiamiento (Delgado & García, 2018).



Figura 4: Procedimiento del Project

FUENTE: Delgado & García, 2018.

III. METODOLOGÍA

3.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto “CISTERNA DE AGUA CONTRA INCENDIO” se encuentra en la Planta Industrial de la empresa IBEROPLAST S.A.C. ubicada en Manuel Valle (ex Av. JJ Poblete) Parcela D-19 Lote 2, Distrito de Lurín, Provincia y Departamento de Lima.

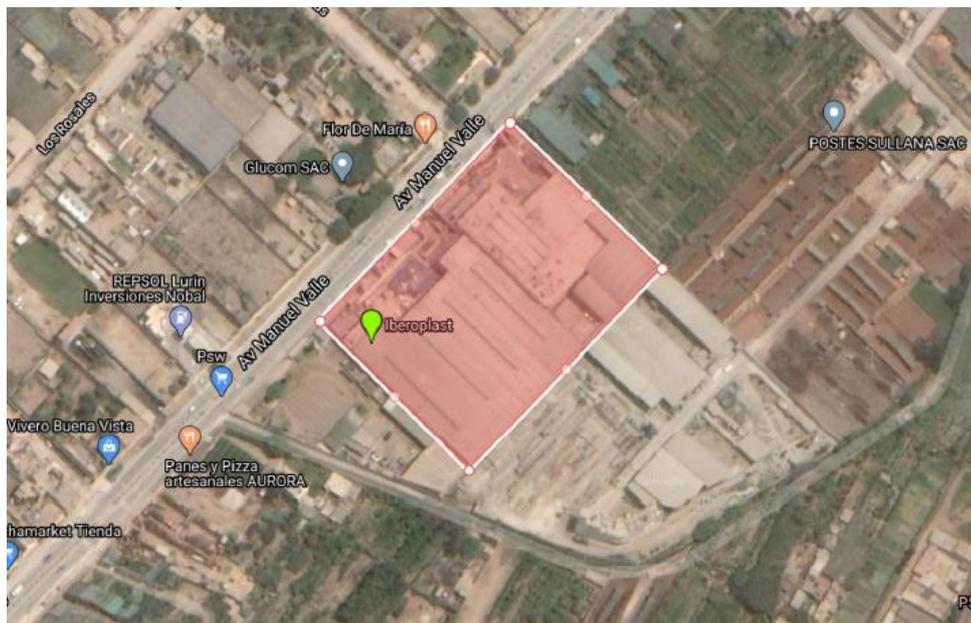


Figura 5: Ubicación de la planta industrial IBEROPLAST

FUENTE: Google maps

3.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto fue diseñado y ejecutado de acuerdo al requerimiento brindado; el cual solicitaba implementar un sistema de agua contra incendio para la planta industrial Iberoplast S.A.C., previo a la ejecución de la obra, la planta solo contaba con una protección contra incendios manual, a base de extintores, sin embargo, no son suficientes para combatir incendios declarados. Además, de producir un material altamente inflamable.

La capacidad solicitada para la Cisterna de Agua Contra Incendio es de 328 m³, la cual se encontrara en el patio de maniobras y se plantea conformar el diseño de la siguiente manera: muros de concreto de 35cm de espesor, 6.40m de altura y 4.15m fuera del pozo, arriostrados en la parte superior por vigas de 35cm*40cm. La base del tanque es una losa maciza de 25cm de espesor y la losa superior de 20cm.

El cálculo estructural que se ha realizado para la obra está de acuerdo con las exigencias del Reglamento Nacional de Edificaciones, la norma Peruana de Cargas E-020, las normas de Concreto armado E-060 y las disposiciones indicadas en el ACI 350.

3.3. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

La Empresa que se contrató para el estudio de mecánica de suelos fue Priority, este estudio de suelos se realizó hasta el nivel freático, así que no se cuenta con la información hasta la profundidad de cimentación adecuada 9m, lo cual es necesario para poder evaluar y calcular las cimentaciones.

Las cimentaciones de la Edificación serán dimensionadas de tal forma que apliquen al terreno una carga no mayor de 1.00 kg/cm² en la zapata corrida rectangular, con una profundidad de cimentación de Df=0.60m, debajo de la losa de fondo.

El estudio de suelos se realizó, con una calicata en el lugar de trabajo, para que pueda realizar el muestreo, de este estudio donde se concluyó lo siguiente:

- El terreno para la cisterna presenta 04 estratos, de 0 a -1.10m es un estrato con residuo inorgánico, de -1.10 a -2.00m es un estrato de arcilla de baja plasticidad CL, de -2.00 a -3.60m es limo arcilloso de poca plasticidad ML y de -3.60 a -4.30m es una grava bien gradada GW.
- El nivel freático se encuentra a -4.30m.
- Se recomienda utilizar mejoramiento de 30cm con material over 4” como base para las cimentaciones y sobre este, la subrasante con un nivel de compactación del 95%.
- La capacidad portante a 2.00m de profundidad es de 1.185kg/cm² y a 4.00m es de 5.77kg/cm². Ambas son profundidades aproximadas para el cuarto de bombas y la cisterna respectivamente.

- Las cimentaciones de la Edificación serán dimensionadas de tal forma que apliquen al terreno una carga no mayor a la admisible según la capacidad portante.

3.4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES

- Concreto Simple:** Concreto con resistencia a la compresión de 175 kg/cm^2 .
Sera utilizado en: calzaduras, cimientos corridos (cuarto de máquinas), solados de zapatas y base de cisterna
- Concreto Armado:** Concreto con resistencia a la compresión de 280 kg/cm^2 , módulo de elasticidad de 252671.3 kg/cm^2 y módulo de Poisson $\nu=0.20$
Sera utilizado en: losa maciza (base de la cisterna), columnas de cisterna, vigas de cisterna, paredes de cisterna, techo de cisterna, columnas del cuarto de máquinas, vigas de cuarto de cisterna y losa aligerada.
- Acero de Refuerzo:** Especificación para barras de acero con resaltes para concreto armado (ITINTEC 341.031 /ASTM 615-Grado 60, $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$)
Barras utilizadas: Acero \emptyset de $3/4''$, Acero \emptyset de $5/8''$, Acero \emptyset de $1/2''$, Acero \emptyset de $3/8''$,

3.5. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES

El diseño estructural de concreto armado de la cisterna se realizó teniendo en cuenta el estudio de mecánica de suelo realizado con los fines de cimentación para una cisterna. El cuál arrojó como resultado una capacidad portante de 5.77 kg/cm^2 para la cisterna y 1.185 kg/cm^2 para el cuarto de bombas.

Complementario a la cisterna de agua contra incendio, se diseñó el cuarto de bombas, ambiente necesario para el funcionamiento del sistema, este ambiente estructuralmente aporricado con muros de mampostería, una parte del techo como losa aligerada y otra parte como losa maciza.

3.6. CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS

La Empresa Iberoplast contrato a la Empresa ESSAC, en la Memoria Descriptiva que realizaron se proyectó la ubicación de la cisterna y cuarto de bombas, además del volumen necesario para abastecer a la planta en casos de emergencia. Con esta evaluación se planteó abastecer a la red contra incendio en la planta por 60 min en el caso más crítico.



Figura 6: Proyección de ubicación de cisterna y cuarto de bombas

FUENTE: Empresa ESSAC.

- a. **Cuarto de bombas:** Es un ambiente iluminado y muy bien ventilado cuenta con dos ingresos siendo la principal de 2.52 ml de ancho por 3.50 de alto; el cual tiene un portón corredizo de plancha acanalada. El segundo ingreso es de 1.35 ml de ancho por 2.50 m de alto y una puerta corrediza de plancha acanalada. Asimismo, el cuarto de maquina presenta una ventana corrediza con plancha estriada en la parte del aligerada de medidas 2.47m *1.70 m con la finalidad de poder ingresar el motor del equipamiento.

Área Ocupada: 52.06 m²

Perímetro: 35.88 ml

- b. Cisterna:** Tiene un volumen útil de 328 m³, cuenta con un ingreso a través de una escalera de gato de acero inoxidable, así mismo cuenta con una poza de succión que se accede mediante otra escalera de acero inoxidable.

Área Ocupada: 134.20 m²

Perímetro: 48.10 ml

3.7. ACABADOS

- a. Cuarto de bombas:** Tiene un tartajeo exterior e interior el cual se ha pintado de color blanco, el piso es pulido y semi-pulido (techo de cisterna), las ventanas son de marcos de ángulo con malla galvanizada cocada, y las puertas son de plancha acanaladas.
- b. Impermeabilización de la Cisterna:** Se realizó a través de un concreto impermeabilizante, a su vez; se usó un tarrajeo pulido mezclado con aditivo “chemita en polvo” y para terminar se complementó con un aditivo tipo pintura “Chema Seal”

3.8. CONSIDERACIONES DE DISEÑO

3.8.1. Cargas de Diseño

- a. Cargas Verticales:** Las cargas permanentes y las sobrecargas son aquellas que indican en el RNE, Norma de Cargas E-020.

- **Carga Muerta:** Considera el peso propio de cada elemento de edificación

Peso de concreto= 2400 kg /m³

Peso de Acabados de tabiquería= 200 kg/ m²

Peso de Maquinaria en cuarto de bombas= 500 kg/m²

- **Carga Viva:** Considera las cargas vivas, incluye la acumulación de personas y la carga de montaje o proceso constructivo

Sobrecarga en el Techo de cuarto de bombas = 100 Kg/m²

Sobrecarga en losa superior (almacén) = 3000 Kg/m²

Sobrecarga en losa superior (cuarto de bombas) = 200 Kg/m²

Sobrecarga en losa inferior (cisterna y pozo) = 200 Kg/m²

- **Presión del agua almacenada:** Considera la presión vertical del agua a su máximo nivel de almacenamiento.

$$\text{Presión de agua a nivel -3.55m (losa inferior)} = 2720 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Presión de agua a nivel -5.80m (pozo)} = 4850 \text{ Kg/m}^2$$

b. Cargas horizontales:

- **Sismo:** Se ha elaborado de acuerdo a las normas de Diseño Sismo Resistentes E-030, un análisis dinámico.
- **Empuje del agua:** La estructura está sometida a una presión horizontal originada por los 3.55m de columna de agua.
- **Empuje del suelo:** La estructura está sometida a una presión horizontal originada por La presión del terreno.
- **Empuje de las sobrecargas externas:** La estructura está sometida a una presión horizontal originada por sobrecargas en zonas adyacentes a la cisterna.

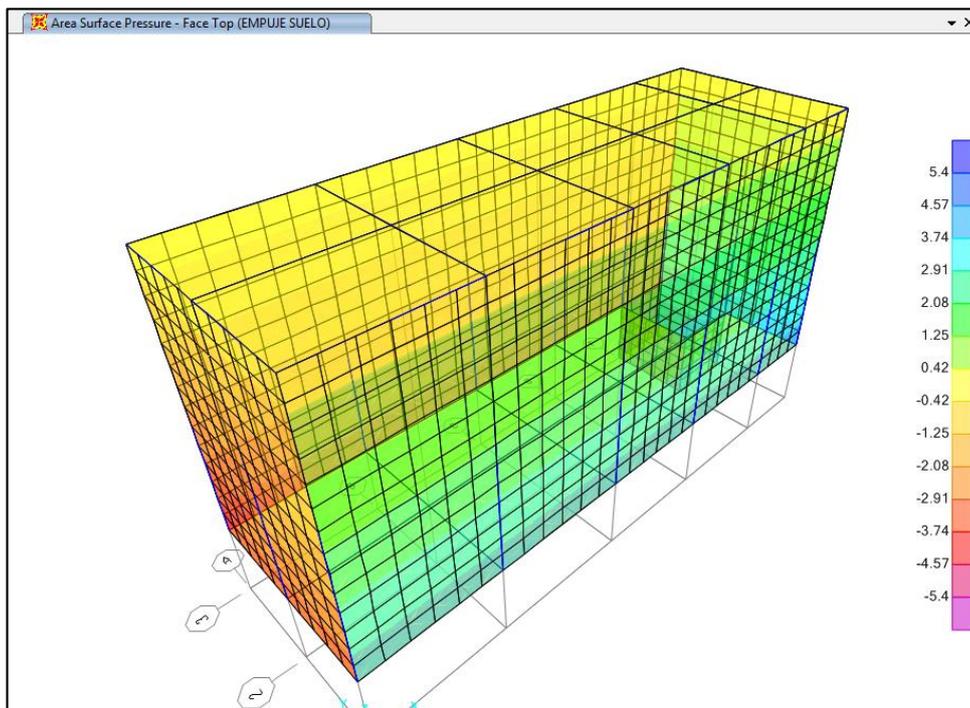


Figura 7: Fuerzas de Empuje del Suelo en las paredes del reservorio

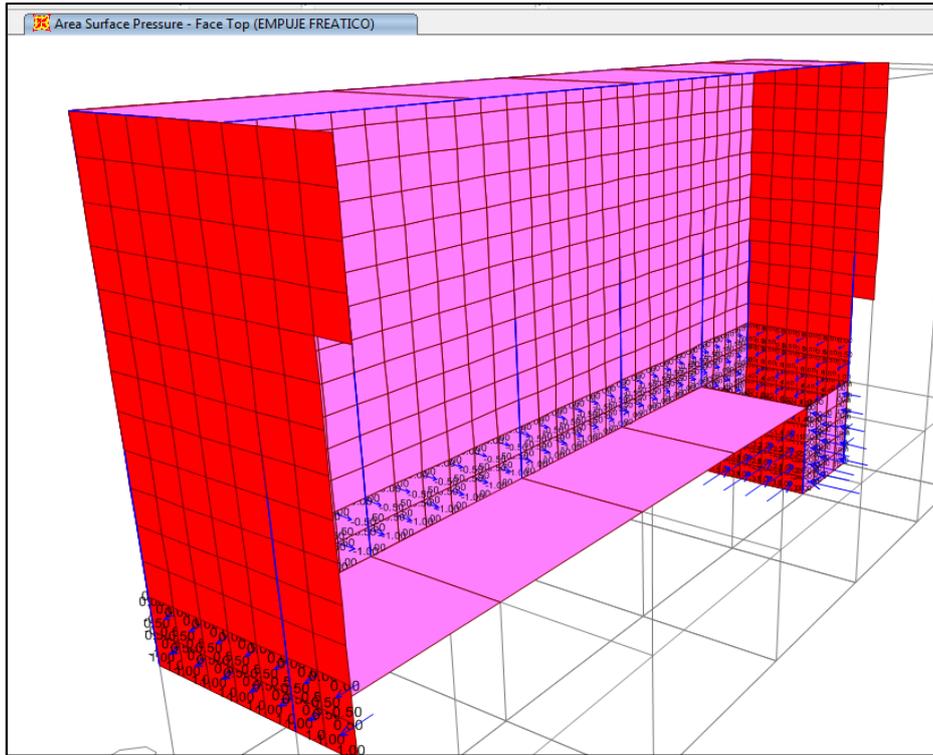


Figura 8: Fuerzas de Empuje del agua de la napa freática en las paredes del reservorio

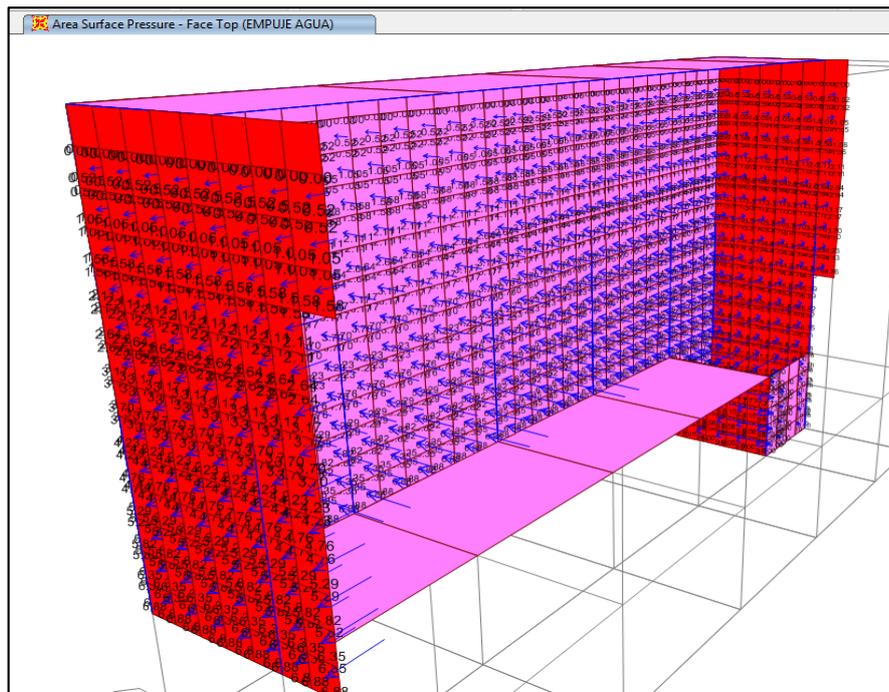


Figura 9: Vista Interior de las Fuerzas de Empuje del agua en las paredes del reservorio

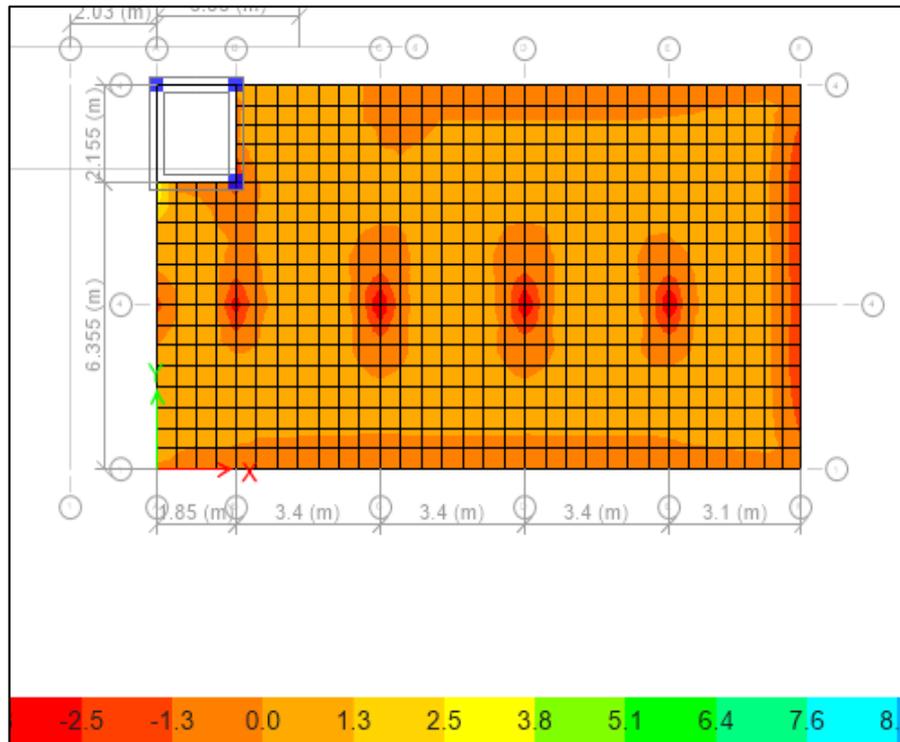


Figura 10: Fuerzas de Empuje del agua en la losa del reservorio

3.8.2. Parámetros Sísmicos empleados en el Diseño

- **Categoría de las edificaciones:** Categoría "C" (Edificación común – instalaciones industriales), factor $U=1.0$,
- **Suelo de fundación de acuerdo al RNE,** el código de Diseño Sismo resistente clasifica como suelo con perfil S3, con un factor $S=1.10$, $T_p = 1.00$, $TL = 1.60$.
- **Ubicación de la obra,** depende de la zona sísmica, se clasifico como zona 4 y factor de zona $Z=0.45$.
- **Factor de ductilidad o coeficiente de reducción de la respuesta $R=6$** correspondiente a pórticos y de geometría irregular ya que la cisterna está unida al cuarto de bombas la cual tomara gran parte del sismo.
- **Procedimiento constructivo,** se considera aquella que sea adecuada para la mano de obra y equipos accesibles a la obra.
- **Calidad y disponibilidad de materiales:** Se adoptan los materiales adecuados y óptimos para la zona cuya economía, calidad y rendimiento son los idóneos para el acabado final del proyecto.

3.8.3. Combinaciones de Carga

Las resistencias requeridas ultimas para cargas muertas (CM), cargas vivas (CV) y cargas de sismo (CS), será como mínimo:

$$1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV} + 1.7 \text{ CE}$$

$$1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV} + 1.7 \text{ CE} + 1.4 \text{ CL}$$

$$1.25 (\text{CM} + \text{CV}) \pm \text{CS}$$

$$0.9 \text{ CM} \pm \text{CS}$$

En donde:

- CM: Carga muerta
- CV: Carga viva en la Losa
- CS: Cargas de sismo en dirección x e y.
- CE: Cargas por empuje del terreno
- CL: Cargas por empuje de líquidos

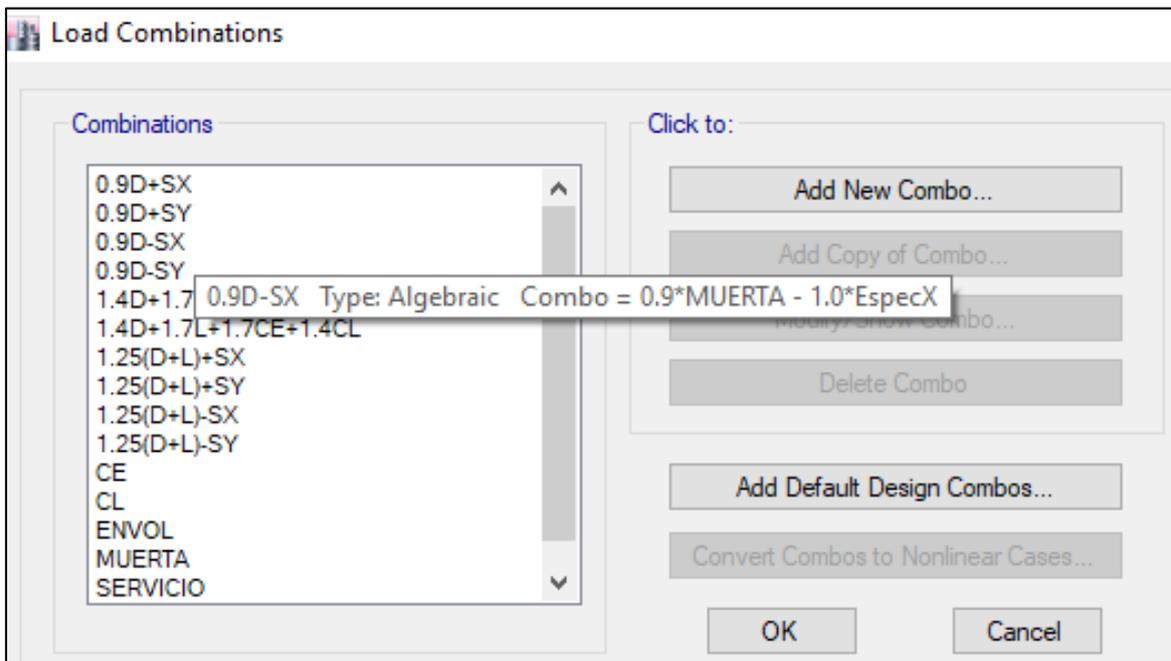


Figura 11: Combinación de cargas

3.8.4. Bases de diseño

- Diseño por condiciones de resistencia
- Diseño por condiciones de servicio.

3.9. MODELO ESTRUCTURAL Y ESTRUCTURACIÓN

3.9.1. Modelamiento

El sistema estructural planteado para el presente proyecto, se caracteriza principalmente por ser elementos de concreto armado de forma laminar (Elementos Shell), así mismo existen vigas y columnas de arrioste formando pórticos (Elementos Frame) sobre los que descansa la losa del techo de la cisterna. Toda la carga de la estructura es transmitida al suelo mediante una losa de cimentación de forma rectangular. Mediante el programa de análisis estructural ETABS 2016, se realizó modelo tridimensional de la estructura.

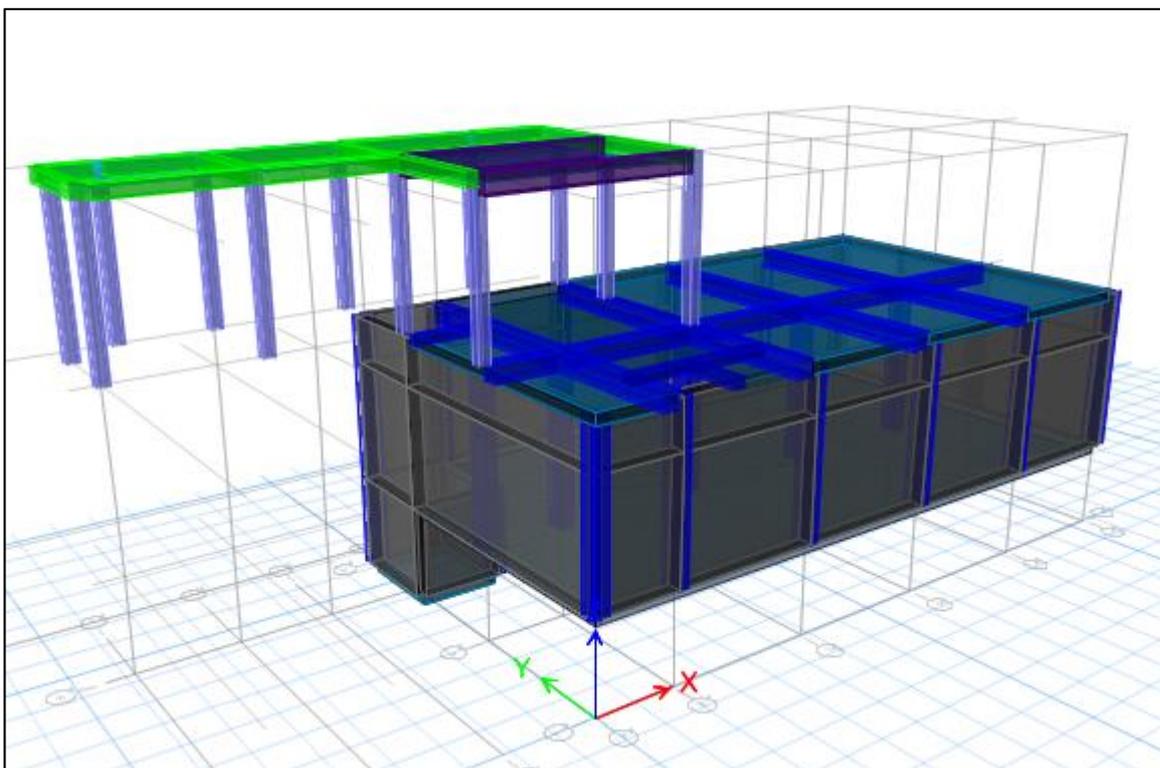


Figura 12: Modelo Tridimensional de la Edificación

3.9.2. Pre-dimensionamiento del Sistema Estructural

Después de haber fijado la forma, ubicación y distribución de los elementos estructurales, es necesario colocar las dimensiones que se acerquen lo más posible a las dimensiones finales requeridas por el diseño. Un buen dimensionamiento evitará sucesivos análisis de diseño, ya que las dimensiones deben cumplir con los requerimientos de las normas de diseño, incluyendo la optimización de los materiales.

Los criterios que se asumen de aquí en adelante, cumplirán las especificaciones indicadas en el RNE y el ACI 350.

3.10. ESTRUCTURACIÓN FINAL

La estructuración final cumple con todos los requisitos de continuidad, ductilidad, rigidez lateral, así mismo los elementos estructurales cumplen satisfactoriamente las secciones propuestas para su posterior análisis estructural, en el proceso de análisis se ha ido mejorando el modelo a analizar.

3.11. DISEÑO DEL RESERVORIO

Para el diseño del reservorio se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

- El tipo de reservorio a diseñar será superficialmente apoyado.
- Las paredes del reservorio estarán sometidas al esfuerzo originado por la presión del agua.
- El techo será una losa de concreto armado, su forma será de bóveda, la misma que se apoyará sobre una viga perimetral, esta viga trabajará como zuncho y estará apoyada directamente sobre las paredes del reservorio.
- Losa de fondo, se apoyará sobre una capa de relleno de concreto simple, en los planos se indica. Se diseñará una zapata corrida que soportará el peso de los muros e indirectamente el peso del techo y la viga perimetral

3.12. DESCRIPCIÓN DE ETAPAS DEL EXPEDIENTE DE LA CONSTRUCCIÓN DE CISTERNA

3.12.1. Elaboración del expediente (und)

- **Elaboración del expediente técnico:** Comprende a la elaboración de la ingeniería del proyecto, en esta etapa es de suma importancia para lo cual el ingeniero proyectista deberá proporcionar los planos y especificaciones.

3.12.2. Obras provisionales y trabajo preliminares

- **Obras provisionales:** Comprende la ejecución previa de construcciones e instalaciones de carácter temporal que tienen por finalidad brindar servicios al personal técnico administrativo y obrero. Asimismo, permite lograr el almacenamiento, cuidado de los materiales y equipos durante el período de ejecución de la obra principal.

01.02.01.02	ALMACEN DE OBRA
--------------------	------------------------

Antes de iniciar los trabajos directos de obra, se deberá disponer de una oficina técnica, de preferencia donde se pueda ubicar el almacén y oficina, se deberá proporcionar seguridad y facilitar la disposición de las maquinarias y materiales en forma rápida hasta la zona más alejada de la obra.

Se podrá escoger la ubicación de la oficina técnica en los terrenos destinados para la construcción de las estructuras importantes, siempre y cuando estos cuenten con la disponibilidad y autorización correspondiente para su uso en la obra.

Esta partida comprende la construcción de un área determinada para el almacenamiento de los materiales, que será construida de material rústico, tijerales de madera, tabiquería de triplay, piso de cemento con mezcla pobre para evitar el contacto de los materiales con la humedad y será de un espesor de 5 cm.

Se deberá respetar las normas de seguridad industrial, y el material predominante debe adaptarse a los cambios climáticos de la zona, los diseños de las estructuras serán aprobadas por el supervisor, en cualquier caso el constructor deberá respetar las disposiciones indicadas en el estudio de impacto ambiental.

3.12.3. Estructuras

– Movimiento de tierras

01.03.01.01.01.	DEMOLICIÓN DE PISO PAVIMENTO EXISTENTE
-----------------	--

Descripción y Método de Construcción

Se determinarán las áreas de pavimento a demoler, debiendo ser apilados en los lugares indicados y autorizados por el cliente. En la demolición de zonas de lindero con pavimentos existentes que no serán objeto de intervención, se deberán tomar las precauciones necesarias y suficientes que impidan el fisuramientos y/o fracturamientos de estos pavimentos existentes y para ello se ejecutará primero el corte mecánico del pavimento lindero a una profundidad mínima de 0.07 m. y seguidamente iniciará la demolición mecánica dejando una franja de protección de al menos 0.30 m., la cual será demolida manualmente con maquinaria y de forma muy controlada para evitar daños al pavimento existente que no será objeto de intervención. Cuando se produzcan daños en los pavimentos existentes que a juicio del cliente son responsabilidad del ejecutor, ésta le ordenará cortar, demoler y reconstruir, a su costo, la franja que ella considere necesaria para garantizar el correcto funcionamiento de la Junta de Expansión que se formará entre el pavimento nuevo y el existente. La demolición de las franjas lindero resultante se hará de manera manual con maceta y cincel y con las precauciones debidas. El ejecutor será el responsable de coordinar el avance de las demoliciones de manera que siempre se garantice que los escombros serán retirados de la Obra dentro de las 48 horas siguientes a su producción.

– Obras de Concreto Armado

01.03.03.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO F'c=280 Kg/cm ²
----------------	---

Descripción:

Esta especificación se refiere al concreto usado como material estructural y normado, su producción, manipuleo, transporte, colocación, curado, protección y pruebas de resistencia. El ejecutor se ceñirá estrictamente a lo indicado en los planos del proyecto, en la presente

especificación y en las normas vigentes, respectivamente.

Materiales:

- Los materiales que conforman el concreto son:
- Cemento Pórtland tipo I
- Agregado fino
- Agregado grueso
- Agua
- Aditivos
- Hormigón para concreto ciclópeo

Cemento

Se usará Cemento Pórtland Tipo I normal, salvo en donde se especifique la adopción de otro tipo que puede ser Cemento tipo II indicado para suelos con moderada presencia de sulfatos y Cemento tipo V para suelos agresivos, o Cemento tipo Puzolánico u otro, debido a alguna consideración especial determinada por el Especialista de Suelos la misma que se indica en los planos y presupuesto correspondiente y es válida para los elementos de concreto en contacto con el suelo.

El Cemento a usar deberá cumplir con las Especificaciones y Normas para Cemento Pórtland del Perú.

En términos generales no deberá tener grumos, por lo que deberá protegerse en bolsas o en silos en forma que no sea afectado por la humedad ya sea del medio o de cualquier agente externo.

Se controlará la calidad del mismo, según la norma ASTM C-150 y se enviarán muestras al laboratorio especializado en forma periódica a fin de que lo estipulado en las normas garantice la buena calidad del mismo.

Agregado fino

Será arena natural, limpia, que tenga granos duros y resistentes, libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas blandas o escamosas, esquistos, álcalis, ácidos, cloruros, materia orgánica, greda u otras sustancias dañinas al concreto.

La cantidad de material que pase la malla N° 200 no excederá del 5% del peso total y en

general deberá estar de acuerdo con la norma para agregado ASTM C-33.

Agregado grueso

Será grava o piedra en estado natural, triturada o partida, de grano compacto y de calidad dura. Debe estar limpio, libre de cantidades perjudiciales de polvo, materia orgánica, cloruros, greda u otras sustancias perjudiciales al concreto, ni contendrá mica, piedra desintegrada ni cal libre.

La graduación será uniforme desde la malla estándar ASTM ¼” hasta el tamaño máximo indicado en el Cuadro N° 01.

Agua

El agua será fresca, limpia y bebible. Se podrá usar agua no bebible solo cuando, mediante pruebas previas a su uso, se establezca que los cubos de concreto sin agregado grueso hechos con ella, den resistencias iguales o mayores al 90% de la resistencia de los cubos similares con agua potable,

El contenido de cloruros en el agua deberá controlarse de manera tal que el contenido de cloruros total en la mezcla no exceda los máximos permitidos por la norma ACI 318. En general el agua debe cumplir con el artículo 3.3 de la Norma E.060 Concreto Armado del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Aditivos

No se ha previsto el uso de aditivos en el presente proyecto. Sin embargo en caso de considerarse necesario y con la previa aprobación de la Supervisión podrá utilizarse aditivos aceleradores de fragua, plastificantes o impermeabilizantes.

Los aditivos se usarán siguiendo estrictamente las instrucciones del fabricante. No se aceptarán aditivos que contengan cloruros o nitratos.

Su almacenamiento se hará de tal manera de evitar la contaminación, evaporación o mezcla con cualquier otro material.

Hormigón

Es una mezcla natural de agregado fino y agregado grueso. Deberá ser bien graduado entre las mallas estándar ASTM 100 y la malla 2”. Debe estar libre de cantidades perjudiciales de

polvo, sales, álcalis, materia orgánica u otras sustancias dañinas para el concreto. En lo que sea aplicable, se seguirán para el hormigón las recomendaciones indicadas para los agregados fino y grueso.

Almacenamiento de materiales

Se cuidará que el cemento almacenado en bolsas no esté en contacto con el suelo o el agua libre que pueda correr por el mismo. Se recomienda que el cemento se almacene en un lugar techado fresco, libre de humedad y contaminación. El cemento se almacenará en pilas de hasta 10 bolsas y se cubrirá con material plástico u otros medios de protección. El cemento a granel se almacenará en silos metálicos u otros elementos similares aprobados por la Inspección, aislándolo de una posible humedad o contaminación.

Los agregados se almacenarán en forma tal que se prevenga una segregación (separación de las partes gruesas de las finas) o contaminación excesiva con otros materiales o agregados de otras dimensiones. El control de estas condiciones lo hará el Ingeniero Supervisor, mediante muestreos periódicos para comprobar la granulometría y limpieza del material.

Producción del concreto

La dosificación, mezcla de componentes, transporte y colocación del concreto se ceñirán a la norma ACI-304. Cuando el concreto se coloque con bomba o faja transportadora, se aplicarán adicionalmente las normas ACI-304-2R o ACI-304-4R. Cuando el concreto provisto a la obra sea premezclado se aplicará adicionalmente la norma ASTM C94. En la Tabla 3, se muestran las clases de concreto de acuerdo a su uso y resistencia a la compresión $f'c$, medida en cilindros estándar ASTM a los 28 días. Para la evaluación de la resistencia $f'c$ se usará la norma ACI-124.

Tabla 3: Clases de concreto

CLASES DE CONCRETO					
CLASE	Resistencia a la rotura a la compresión a los 28 días en cilindros estándar ASTM $f'c$ (kg/cm ²)	Tamaño máximo del agregado (pulgadas)	Relación agua cemento máxima (litros / saco de cemento)	Slump (revenimiento) máximo en pulgadas	Uso
	175	1 1/2"	25.5	4"	Zapatas, Vigas Cim. Muros de contención
	210	1"	24.5	4"	Columnas y vigas
	210	3/4"	24.5	4"	Losas

En los planos el concreto se encuentra especificado por su resistencia a la compresión a los 28 días en cilindros estándar ASTM, ($f'c$).

Un saco de cemento es la cantidad de cemento contenida en un envase original de fábrica, sin averías, con un peso de 42.5 Kg, o una cantidad de cemento a granel que pese 42.5 Kg. En ningún caso se aceptará un concreto que tenga más de 11.5 bolsas de cemento por m³ de concreto.

Previamente a la producción del concreto para la construcción definitiva de los elementos estructurales, el Contratista someterá a la aprobación de la Supervisión la dosificación de cada clase de concreto. Para tal efecto deberá presentar la información siguiente:

- Calidad del cemento
- Granulometría de los agregados
- Proporciones de la mezcla
- Resultados de las pruebas de testigos

La mezcla de cada clase de concreto deberá ser evaluada por lo menos por seis testigos probados a la misma edad, obtenidos de mezclas de pruebas con los materiales que se propone usar. La aprobación de la dosificación no exime al Contratista de su total responsabilidad por la calidad del concreto.

Transporte y colocación del concreto

El Contratista someterá a la aprobación de la Supervisión los métodos y medios que propone utilizar para el transporte y colocación del concreto. El concreto a ser usado en la obra, en ningún caso tendrá más de 30 minutos entre su preparación y colocación. En caso de usar mezcladoras, éstas deberán estar ubicadas lo más cerca posible a los sitios donde va a vaciarse el concreto con el fin de facilitar su transporte y evitar segregaciones y pérdida de material.

El transporte vertical del concreto se hará por medio de elevadores accionados manualmente o por motores eléctricos y de la capacidad adecuada, de tal manera de proporcionar el abastecimiento de concreto en el lugar del vaciado sin segregación y sin interrupciones que

permitan la pérdida de plasticidad entre vaciados sucesivos. En caso de utilizar equipo de bombeo, se asegurará el perfecto estado de funcionamiento del mismo y de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. No se permitirá el vaciado de concreto a través de tuberías de aluminio o de aleación de aluminio.

Consolidación

La consolidación o compactación del concreto se ceñirá a la norma ACI-309. El tipo de vibrador a utilizarse será sometido a la aprobación de la Supervisión, quien deberá exigir vibradores del diámetro y características específicas, condicionando o limitando el ritmo de colocación del concreto en función del equipo con que cuente el Contratista.

En el llenado, los vibradores deberán penetrar unos 10 cm en la capa previamente vaciada y se colocarán a distancias regulares y sistemáticas con el objeto de lograr una correcta compactación. No se deberá iniciar el vaciado de una nueva capa si la anterior no ha sido completamente vibrada.

El equipo mínimo será de dos vibradores de cada tipo por cada frente de trabajo. Los vibradores podrán ser accionados ya sea por motor a gasolina, eléctrico o neumático, con diámetro de cabeza de 1.9 a 3.8 cm para las zonas de mayor congestión de acero y de 3.2 a 6.4 cm en zonas de menor congestión. En áreas en donde sea difícil el vibrado y dudoso su efecto, será necesaria la utilización adicional del “chuceado”, para lo cual se utilizará una barra de construcción de tamaño manejable.

Curado

En general el concreto será curado por vía húmeda. El curado deberá iniciarse tan pronto como sea posible sin dañar la superficie y prolongarse ininterrumpidamente por un mínimo de siete días. En el caso de superficies verticales, el Contratista podrá aplicar una membrana selladora aprobada por la Supervisión, en reemplazo del curado por vía húmeda. En todos los casos el Contratista se ceñirá a la norma general ACI-318.

Pruebas a la compresión

La evaluación de la resistencia a la compresión de cada clase de concreto se efectuará

aplicando la norma ACI-214. Se llevará un registro estadístico de los resultados de las pruebas, estableciendo de esta manera la resistencia promedio, la resistencia característica y la desviación estándar.

Una clase de concreto está definida como la mezcla lograda con los mismos ingredientes y proporciones, incluyendo los aditivos. El valor $f'c$ especificado en el proyecto corresponde a la resistencia característica resultante de la evaluación. Este valor tendrá consistencia real y efecto mandatorio después de un mínimo de 30 pruebas de cada clase de concreto.

Con este objeto se tomarán testigos cilíndricos de acuerdo a la norma ASTM C31 en la cantidad mínima de dos testigos por cada 30 m³ de concreto colocado, pero no menos de dos testigos por día para cada clase de concreto; cuando se trate de concreto premezclado se tomarán como mínimo dos testigos por cada cinco camiones. En cualquier caso, cada clase de concreto será comprobada al menos por cinco pruebas.

La prueba consistirá en romper dos testigos de la misma edad y clase de acuerdo a lo indicado en la norma ASTM C39. Se llamará resultado de la prueba al promedio de los dos valores. Un concreto será considerado satisfactorio si el promedio de tres resultados consecutivos sea igual o mayor que el $f'c$ requerido y si ningún testigo individual tenga una rotura a 35 kg/cm² o más por debajo del $f'c$ requerido.

El Contratista llevará un registro de cada par de testigos fabricados, en el que constará su número correlativo, la fecha de elaboración, la clase de concreto, el lugar específico de uso, la edad al momento del ensayo, la resistencia de cada testigo y el resultado de la prueba.

Los costos de todas las pruebas de concreto que se realicen deben estar considerados en los precios unitarios del Contratista.

Aceptación

En caso que no se obtenga la resistencia especificada, la Supervisión podrá ordenar a su juicio el retiro y reposición del concreto bajo sospecha o la ejecución de pruebas de carga.

En el caso que deban ejecutarse pruebas de carga, estas se harán de acuerdo a las indicaciones

del Código ACI-318. De no obtenerse resultados satisfactorios de las pruebas de carga, se procederá a la demolición de la estructura, ya sea en forma parcial o total, según el rango de los resultados.

Solamente se podrá reforzar la estructura bajo estricta decisión y responsabilidad de la Supervisión, quien deberá sustentar técnicamente ante el Entidad tal decisión.

El costo de la eliminación y sustitución del concreto y las pruebas de carga, así como el costo de la demolición, refuerzo y reconstrucción, si estas llegaran a ser necesarias, será por cuenta exclusiva del Contratista, quien no podrá justificar demoras en la entrega de la obra por estas causales.

Protección del concreto fresco y resane de defectos superficiales

El concreto fresco debe ser protegido de la acción nociva de los rayos solares, del viento seco en condiciones de evaporación rápida, de golpes, de vibraciones y otros factores que puedan afectar su integridad física o interferir con la fragua.

Todos los defectos superficiales reparables serán reparados inmediatamente después del desencofrado. La decisión de cuáles defectos superficiales pueden ser reparados y qué áreas deben ser removidas será atribución exclusiva del Supervisor, quien deberá estar presente en todas las labores de desencofrado, no pudiendo efectuarse las mismas sin su aprobación expresa.

El procedimiento y materiales para el resane serán tales que aseguren la permanencia de la restitución de la capacidad estructural del elemento y de los recubrimientos de la armadura especificada.

En cualquier caso, el Contratista es el responsable final de la calidad de los trabajos, y por lo tanto podrá exigírsele la remoción o demolición de todo trabajo que a juicio de la Supervisión no cumpla con las exigencias de estas especificaciones o de las normas a que se hace referencia en ellas.

Medición y Forma de Pago:

La medición de la partida de concreto será por metro cúbico (m³) colocado y su pago constituirá compensación completa por los trabajos descritos anteriormente incluyendo mano de obra, leyes sociales, materiales, equipos, herramientas, imprevistos y en general todo lo necesario para completar la partida correctamente.

3.12.4. Ensayo de resistencia a la comprensión del concreto

Se analiza la resistencia de las probetas a compresión a diferentes días, se calcula a partir de la carga de ruptura dividida entre el área. Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión se usan fundamentalmente para determinar que la mezcla de concreto suministrada cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada, f_c , del proyecto.

Para estimar la resistencia del concreto *in situ*, la norma ASTM C31 formula procedimientos para las pruebas de curado en campo. Las probetas cilíndricas se someten a ensayo de acuerdo a ASTM C39, "Método estándar de prueba de resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto".

El ensayo se basa en la colocación de las almohadillas en el espécimen, verificando que no tengas grietas o desgastes considerables. La probeta debe estar alineada en el eje central con la almohadilla, el retenedor y la cabeza de carga de la máquina de ensayo. Se realiza el ensayo de compresión según lo establecido en ASTM C39.



Figura 13: Ensayo de compresión del concreto



Figura 14: Rotura de Probeta

3.13. CONTROL DE CALIDAD

Los cilindros sometidos a ensayo de aceptación y control de calidad, se han elaborado y curaron siguiendo los procedimientos descritos en probetas de manera estándar según la norma ASTM C31 "Practica estándar para elaborar y curar cilindros de ensayo de concreto en campo"

Tabla 4: Resultado del ensayo en pared de cisterna

No	Descripción	Fecha de muestreo en campo	Fecha de rotura	No de días	Diseño F'c (Kg/cm ²)	Carga de Rotura (Kg)	Probeta		Factor de Corrección	Resistencia (kg/cm ²)
							ϕ	Área (cm ²)		
1	Probeta 1	29/01/2020	5/02/2020	7	210	27835	15.00	176.71	1	157.5
2	Probeta 2	29/01/2020	12/02/2020	14	210	32412	15.02	177.19	1	182.9
3	Probeta 3	29/01/2020	26/02/2020	28	210	40945	15.03	177.42	1	230.8

Tabla 5: Resultado del ensayo en techo de cisterna

No	Descripción	Fecha de muestreo en campo	Fecha de rotura	No de días	Diseño F'c (Kg/cm ²)	Carga de Rotura (Kg)	Probeta		Factor de Corrección	Resistencia (kg/cm ²)
							ϕ	Área (cm ²)		
1	Probeta 1	6/02/2020	13/02/2020	7	210	27131	15.04	177.66	1	152.7
2	Probeta 2	6/02/2020	20/02/2020	14	210	31904	14.98	176.24	1	181.0
3	Probeta 3	6/02/2020	5/03/2020	28	210	40631	15.07	178.37	1	227.8

Tabla 6: Resultado del ensayo en techo de cuarto de bombas

No	Descripción	Fecha de muestreo en campo	Fecha de rotura	No de días	Diseño F'c (Kg/cm ²)	Carga de Rotura (Kg)	Probeta		Factor de Corrección	Resistencia (kg/cm ²)
							ϕ	Área (cm ²)		
1	Probeta 1	27/02/2020	5/03/2020	7	245	31439	15.01	176.95	1	177.7
2	Probeta 2	27/02/2020	12/03/2020	14	245	37510	15.02	177.19	1	211.7
3	Probeta 3	27/02/2020	26/03/2020	28	245	47350	15.04	177.66	1	266.5

Para todos los ambientes en los que se utilizó concreto, se sacó muestras de cada uno de ellos para que se realice ensayos de resistencia, esto se realizó con el fin de control de calidad, aceptación del concreto o para estimar la resistencia del concreto en estructuras.

En la Tabla 7 se muestran los elementos donde se utilizó concreto y su máxima resistencia.

Tabla 7: Resistencia de concreto respecto al volumen de obra

Fecha de vaciado	Elemento de vaciado	F'c	Volumen	Aditivo
29/11/2019	Calzaduras. Vaciado 1	175 kg/cm ²	16 m ³	s/a
06/12/2019	Calzaduras. Vaciado 2	175 kg/cm ²	16 m ³	s/a
01/12/2019	Calzaduras. Vaciado 3	175 kg/cm ²	16 m ³	s/a
12/12/2019	Calzaduras. Vaciado 4	175 kg/cm ²	16 m ³	s/a
17/12/2019	Calzaduras. Vaciado 5	175 kg/cm ²	16 m ³	s/a
20/12/2019	Calzaduras. Vaciado 6	175 kg/cm ²	16 m ³	s/a
04/01/2020	Poza de succión (paredes y base)	245 kg/cm ²	13 m ³	Acelerante de fragua, impermeabilizante
09/01/2020	Solado de cisterna	175 kg/cm ²	13 m ³	s/a
16/01/2020	Losa base de la cisterna	210 kg/cm ²	52 m ³	Impermeabilizante
22/01/2020	Pared cisterna. Vaciado 1	210 kg/cm ²	45 m ³	Impermeabilizante
29/01/2020	Pared cisterna. Vaciado 2	210 kg/cm ²	30 m ³	Impermeabilizante
06/02/2020	Techo de cisterna	210 kg/cm ²	42 m ³	s/a
27/02/2020	Techo de cuarto de bombas	245 kg/cm ²	15 m ³	s/a

Se realizaron comparaciones de resistencia en laboratorio (mínima) vs la resistencia de diseño (elaborado por obra), los cuales se detallan en los siguientes gráficos se están utilizando los mismos elementos de concreto del cual se presentaron sus tablas de resultados.

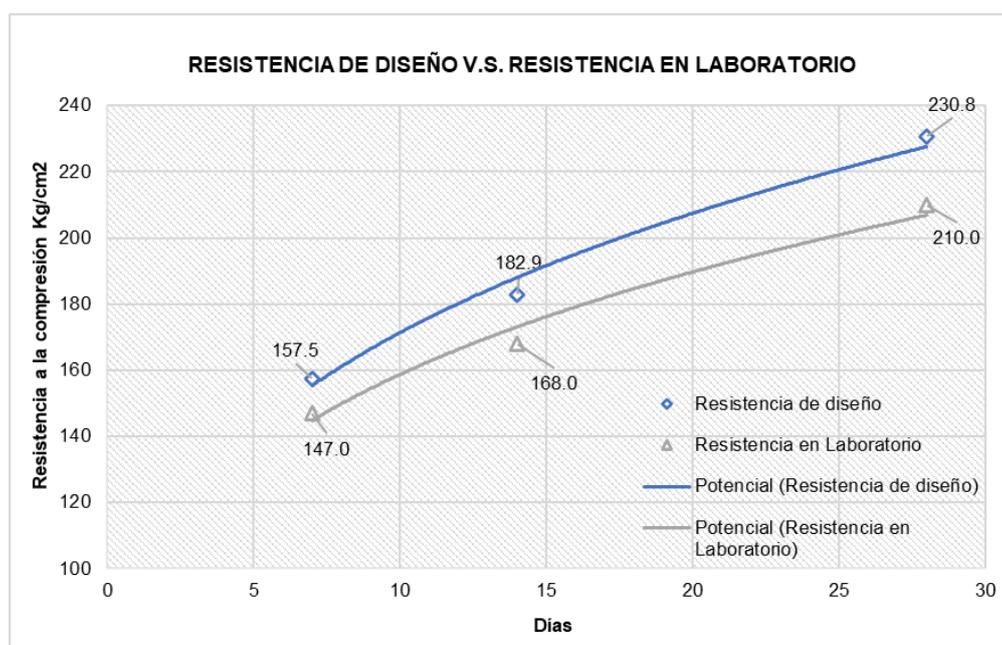


Figura 15: Comparación de resistencia en pared de cisterna

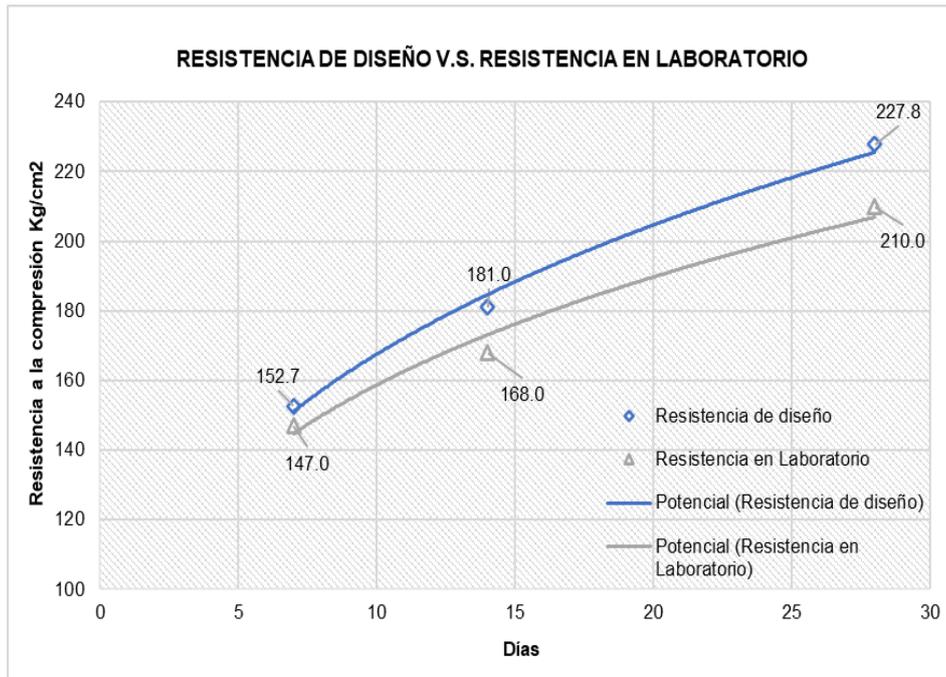


Figura 16: Comparación de resistencia en techo de cisterna

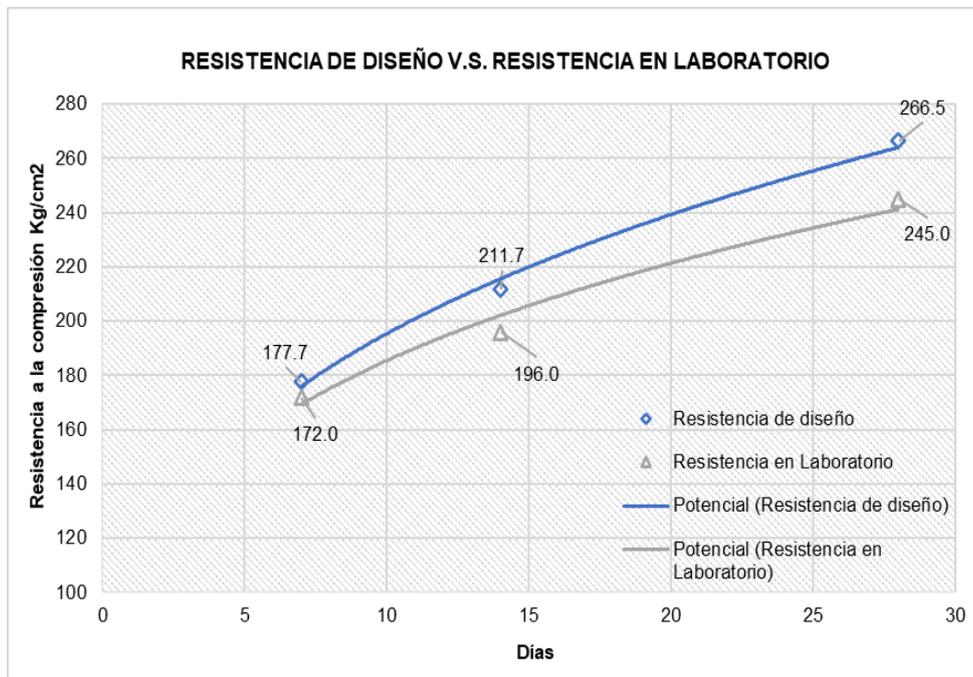


Figura 17: Comparación de resistencia en cuarto de bombas-

3.14. DURABILIDAD DEL CONCRETO

Para la construcción de la cisterna, se va evaluar la durabilidad de concreto bajo la normativa E.060, por lo que tomando en cuenta que el concreto que se va a utilizar debe tener baja permeabilidad; esto quiere decir, que la relación de agua con material cementante (en peso)

es de 0,50 y la resistencia mínima (MPa) para concretos de peso normal será de $f_c=28$ MPa. Estos datos, se han observado de la tabla 1 donde se indican los requisitos para condiciones especiales.

3.15. PRESUPUESTO DE LA OBRA

El presupuesto de la obra de Construcción de Cisterna Contra Incendio, ha sido elaborado en base al expediente del proyecto y a las necesidades del cliente.

En el presupuesto se encuentran todas las partidas que se desarrollaran durante todo el proceso, asimismo, se encuentra el metrado de cada una de ellas donde se evaluó cada elemento (Ver Tabla 8).

Tabla 8: Presupuesto de la partida de concreto (2019)

01.03.03	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				139.476,66
01.03.03.01	ZAPATAS				4.789,25
01.03.03.01.01	Zapatatas - Concreto premezclado $f_c= 210$ kg/cm ² inc. Bomba	m3	7,27	397,56	2.888,55
01.03.03.01.02	Zapatatas - Encofrado y Desencofrado	m2	10,28	60,71	623,98
01.03.03.01.03	Zapatatas - Acero $f_y= 4200$ kg/cm ²	kg	263,24	4,85	1.276,72
01.03.03.02	CIMENTOS				7.801,34
01.03.03.02.01	Cim. Muros - Concreto premezclado $f_c= 210$ kg/cm ² inc. Bomba	m3	12,31	397,56	4.894,63
01.03.03.02.02	Cim. Muros - Encofrado y Desencofrado	m2	15,29	60,71	928,50
01.03.03.02.03	Cim. Muros de Concreto - Acero $f_y= 4200$ kg/cm ²	kg	407,88	4,85	1.978,22
01.03.03.03	COLUMNAS				13.677,56
01.03.03.03.01	Columnas - Concreto premezclado $f_c= 210$ kg/cm ² inc. Bomba	m3	8,39	397,56	3.336,03
01.03.03.03.02	Columnas - Encofrado y desencofrado normal	m2	47,95	60,71	2.911,04
01.03.03.03.03	Columnas - Acero $f_y= 4200$ kg/cm ²	kg	1.532,06	4,85	7.430,49
01.03.03.04	VIGAS				11.364,32
01.03.03.04.01	Vigas - Concreto premezclado $f_c= 210$ kg/cm ² inc. Bomba	m3	8,03	397,56	3.193,30
01.03.03.04.02	Vigas - Encofrado y desencofrado normal	m2	45,98	60,71	2.791,60
01.03.03.04.03	Vigas - Acero $f_y= 4200$ kg/cm ²	kg	1.109,16	4,85	5.379,42
01.03.03.05	MURO DE CISTERNA				65.520,48
01.03.03.05.01	Muros de Cisterna - Concreto premezclado $f_c= 210$ kg/cm ² inc. Bomba	m3	62,09	397,56	24.685,20
01.03.03.05.02	Encofrado y desencofrado normal - Muros de Cisterna	m2	246,06	60,71	14.938,30
01.03.03.05.03	Acero $f_y= 4200$ kg/cm ² - Muros de Cisterna	kg	5.339,58	4,85	25.896,98
01.03.03.06	LOSA DE TECHO PARA CISTERNA				20.092,76
01.03.03.06.01	Losa de techo para Cisterna - Concreto premezclado $f_c= 210$ kg/cm ² inc. Bomba	m3	15,48	397,56	6.155,62
01.03.03.06.02	Losa de techo para Cisterna - Encofrado y desencofrado normal	m2	77,42	60,71	4.700,02
01.03.03.06.03	Losa de techo para Cisterna - Acero $f_y= 4200$ kg/cm ²	kg	1.904,56	4,85	9.237,13
01.03.03.07	LOSA MACIZA DE PISO PARA CISTERNA				16.230,95
01.03.03.07.01	Losa de piso para Cisterna - Concreto premezclado $f_c= 210$ kg/cm ² inc. Bomba	m3	18,01	397,56	7.159,96
01.03.03.07.02	Losa de piso para Cisterna - Acero $f_y= 4200$ kg/cm ²	kg	1.870,31	4,85	9.070,99

FUENTE: Expediente de cuadro de partidas

3.15.1. Valorizaciones de obra

En una valorización de obra, se tiene en cuenta dos factores el cronograma y el presupuesto de cada partida. En este proyecto, se cuenta con ambos documentos por lo que se está valorizando el avance para que se pueda sustentar ante el cliente y se realice una solicitud de pago (Ver Tabla 9).

Tabla 9: Valorización de avance de obra

PROYECTO : CONSTRUCCION DE CISTERNA DE AGUA PARA SISTEMA CONTRA INCENDIO PLANTA LURIN 1
SUBCONTRATISTA: CONSTRUCTORA BRAVO & JULCA
FECHA : 07/12/2019

VALORIZACIONES DE AVANCE DE PARTIDAS						
Ítem	Descripción	Und.	Metrado	5TA SEMANA (02/12/2019 AL 7/12/2019)		
				PORCENTAJE	METRADO	TOTAL
01.02.01.01	OFICINA TECNICA	m2	25,00	100,00%	25,00	2.250,00
01.02.01.02	ALMACEN DE OBRA	m2	25,00	100,00%	25,00	2.250,00
01.02.01.03	MOVILIZACION DE EQUIPO Y MAQUINARIA	glb	1,00	15,00%	0,15	900,00
01.02.02.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	mes	2,00	10,00%	0,20	400,00
01.02.03.01	TRAZO Y REPLANTEO Y CONTROL CON EQUIPO TOPOGRAFICO	glb	1,00	15,00%	0,15	1.125,00
01.03.01.01.01	Demolición de vereda existente	m2	19,40	15,00%	2,91	20,23
01.03.01.02.01	Excavación con Equipo y manual retroexcavadora	m3	771,42	47,00%	362,57	15.227,82
01.03.01.04.01	Eliminación de Material excedente a botadero privado	m3	746,66	47,00%	350,93	13.335,29
01.03.02.02	calzadura fc=140 kg/cm2	m3	174,64	20,70%	36,15	9.641,84
01.04.03	Curado de elementos de Concreto	m2	352,47	10,00%	35,25	170,95
01.04.07	Emtibado de madera	glb	1,00	30,00%	0,30	2.400,00
01.04.08	Cerramiento total y señalización de área de trabajo	glb	1,00	100,00%	1,00	4.500,00
01.04.09	Mitigación de polvo y ruido	glb	1,00	10,00%	0,10	400,00
01.04.10	Traslado de 2 pozos a tierra (pozos nuevos)	und	2,00	20,00%	0,40	720,00

FUENTE: Expediente de cuadro de valorizaciones, primera valorización

3.16. CRONOGRAMA DE OBRA

El cronograma de obra presentado para la obra de Construcción de Cisterna, ha sido evaluado de acuerdo al alcance del proyecto y a las condiciones existentes del lugar, en el Anexo 3, se adjunta el cronograma presentado el cual se trabajó en el programa Project y donde se observaron las rutas críticas de avance; una de las cuales fue excavación, ya que en la zona ya se encontraban estructuras construidas por lo que se tuvieron que construir calzaduras

para evitar los derrumbes.

El cronograma, es un documento fundamental al iniciar una obra ya que es un documento con el que planificas las ejecuciones de las actividades.

3.16.1. Ruta Crítica

En el cronograma de obra, se evaluaron distintas rutas críticas, una de ellas fue la excavación del terreno con equipo, esto fue porque su nivel freático es de -4,30 m y se tenía que bombear en paralelo, en el caso de que haya un imprevisto con alguno de los dos equipos esa partida se iba a retrasar, por lo que el cronograma podría haber estado expuesto a cambios.

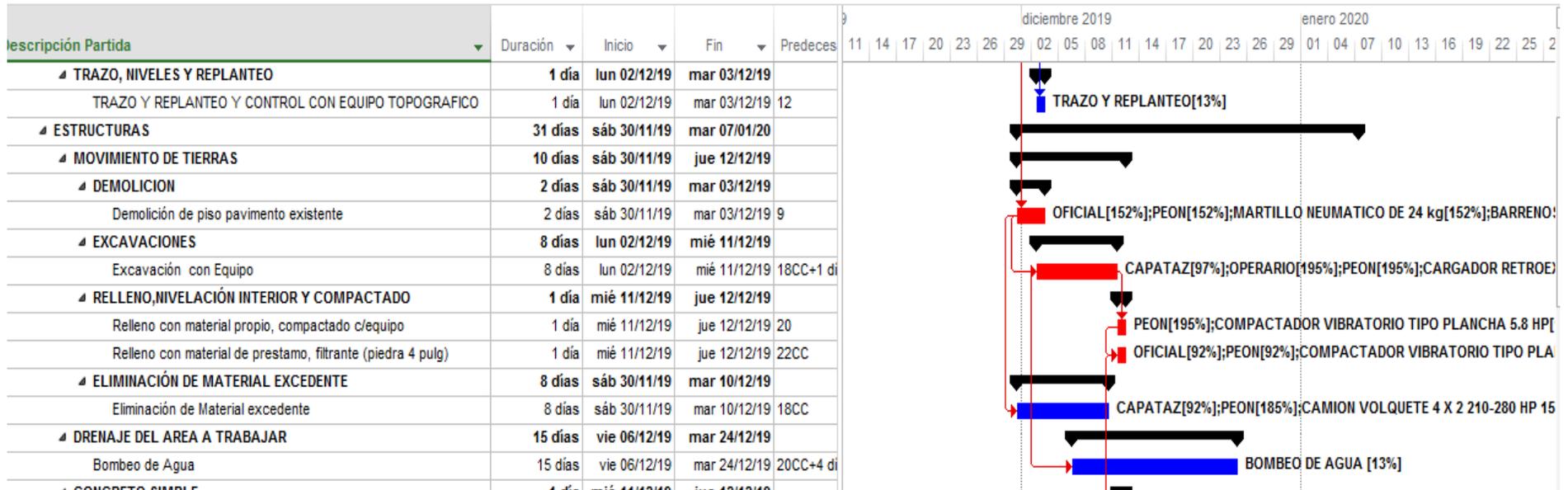


Figura 18: Cronograma de Obra, con Ruta Critica

IV. CONCLUSIONES

- Los procesos de gestión y planificación que se han utilizado en la construcción de la cisterna de Agua Contra Incendio son los siguientes: seguimiento de Especificaciones Técnicas, control de calidad, control de cronograma; los cuales han sido eficaces.
- Durante el proceso de diseño y construcción, se han llevado a cabo pruebas y controles de calidad, los cuales han permitido culminar el proyecto ha satisfacción del cliente, sin interrumpir los procesos de la planta industrial.
- El proceso de diseño y construcción, ha tenido una duración de 31 días para la elaboración del expediente técnico y 76 días para la construcción; durante el proceso no se han tenido accidentes o incidentes que hayan afectado al personal.

V. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que para todo proyecto que se requiera iniciar, se deben realizar evaluaciones previas y realizar un expediente técnico de obra, para que no se realicen las actividades varias veces durante la obra.
- Se recomienda realizar una buena planificación en todo proyecto, con el fin de que puedan evaluar los puntos críticos y se pueda brindar soluciones sin afectar los tiempos esperados.
- Se debe seguir con las recomendaciones de la norma E.060 Concreto Armado, para evaluar la resistencia y garantizar la durabilidad del concreto.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ángeles Quesquén, C.M. & Benavides Arévalo, C. (2018). Control de costos durante la ejecución de obras civiles en edificaciones mediante la aplicación del algoritmo APU. Universidad Nacional del Santa.
- Amorós, J.L., Beltrán, V., Escardino, A., y Orts, M. J. (1992). Permeabilidad al aire de soportes cocidos de pavimento cerámico. (I) Influencia de las variables de prensado y de la temperatura de cocción. *Bol. Soc. Esp. Ceram. Vidr*, 31 (1), 33-38.
- Arce-Palomino, J.L. (marzo de 2008). Grandes incendios urbanos: Mesa Redonda, Lima 2001. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 25(1), 118-124. Recuperado de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v25n1/a14v25n1>
- Bustamante, I.G. (2017). Estudio de la correlación entre la relación agua/cemento y la permeabilidad al agua de concretos usuales en Perú
- Bulgarelli Medina, C. (1980). Programación y control de obras civiles - Universidad de Costa Rica - Facultad de Ingeniería Civil.
- Cardozo Tabarez, C.H. (2011). Auxiliar de ingeniería en los procesos de licitación y propuestas, elaboración y revisión de todo lo referente a documentación, programación y control de las obras, la empresa R. Pico ingenieros S.A.S.
- Czajkowski, J.D. & Calisto Aguilar, M. (2013). Incendios: prevención, extinción e instalaciones. *Instalaciones*, 65-95. La Plata, Buenos Aires, Argentina: Arquinstal - Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de La Plata. Recuperado de http://www.arquinstal.com.ar/2016/n1_09_16_incendio.pd
- Delgado, R. & Verez, M. (noviembre de 2018). El presupuesto y el financiamiento en el BIM haciendo uso MS PROJECT. [Archivo PDF]. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/328916645_EL_PRESUPUESTO_Y_EL_FINANCIAMIENTO_EN_EL_BIM_HACIENDO_USO_MS_PROJECT
- Mehta, P.K. (1998). Concreto: estructura, propiedades y materiales. IMCYC.
- Moreno, E.I., Domínguez, G.G., Cob, E.J. y Duarte, F. (2004). Efecto de la relación agua / cemento en la velocidad de carbonatación del concreto utilizando una cámara de aceleración. *Revista Académica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán*, 8(2) , 117-130

- Niño, R. (2010). *Tecnología de concreto: materiales, propiedades y diseño de mezclas*. Asociación Colombiana de Productores de Concreto–ASOCRETO. Bogotá, 227 pp.
- Norma Técnica de Concreto Armado. 2009. E.060 Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Palate Moyolema, L. (2019). *Elaboración de presupuesto, programación y sistema de control y su incidencia en la construcción de edificios, aplicada al edificio torre del río*. Repo.uta.edu.ec, 130.
<http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5301/Mg.DCEv.Ed.1859.pdf?sequence=3>
- Pasquel, E. (1998). *Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú*. (2a ed.). Perú: Colegio de Ingenieros del Perú.
- Portugal, P. (2007) *Tecnología del concreto de alto desempeño*. UNSA. Perú. [Archivo PDF]. Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/42540958/Tecnologia-Del-Concretode-Alto-Desempeno>
- Project Management Institute, I. (2017). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK) (6a ed.)*. Chicago, Estados Unidos: Project Management Institute, Inc. doi: ISBN: 978-1-62825-194-4
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA (RAE). (2014). *Diccionario de la lengua española*. 23va edición. Definición cemento, *Diccionario de la Real Academia Española*. Madrid (España). Editorial Espasa. 2014. 2432 p.
- SENCICO. (2011). *Mecanismo de generación de corrosión de acero de refuerzo ante cloruros, agua y oxígeno*.
- Shetty, M.S. (2005). *Concrete technology: Theory and practice (6ª ed.)*. Delhi, India: Schand & Company LTD.
- Vélez, L.M. (2010). Permeabilidad y Porosidad en Concreto. *Tecnológicas*, (25), 169-187
- Verbeck, G.J. (1958). Carbonation of hydrated Portland cement. *Cement and Concrete*, pp. 17-36.
- Ycaza. (2011). *Daños por ácidos en alcantarillados. Daños por carbonatación del concreto*.
- Zamora, J. & Crespo, L. (2021). *Presupuesto y Programación de obra para la construcción del área de mariscos del Mercado Central de Portoviejo*.

VII. ANEXOS

B. AGRESIÓN AL SUELO DE CIMENTACIÓN

Uno de los fenómenos que pueden crear problemas a la cimentación es el ataque por acción de sustancias salinas o decoloradas al concreto y acero de refuerzo cuando el suelo es corrosivo.

Para verificar dicha posibilidad, se realizó el análisis correspondiente a las muestras de las calicatas,

En la siguiente tabla se muestra los valores obtenidos de campo así como los valores máximos permitidos por el MTC.

TABLA N°21: RESULTADO DE ENSAYO DE SALES

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (M)	SUSTANCIAS		
			CLORUROS EN TÉRMINOS DE IÓN Cl^- (PPM)	SULFATOS EN TÉRMINOS DE IÓN SO_4 (PPM)	SALES SOLUBLES TOTALES (PPM)
VALORES LÍMITES			300ppm	300ppm	1500ppm
C-1	M-1	1.10 - 2.00	1376.51	491.37	5040.00
C-1	M-2	2.00 - 3.60	369.83	116.22	1770.00
C-1	M-3	3.60 - 4.30	49.31	30.05	211.56
C-2	M-1	1.00 - 2.00	452.01	637.06	2754.00
C-2	M-2	2.00 - 3.00	719.11	355.52	2808.00
C-2	M-3	3.00 - 4.30	102.79	91.24	698.70
C-3	M-1	1.10 - 1.90	2383.35	955.44	10020.00
C-3	M-2	1.90 - 3.20	1191.87	800.47	5160.00
C-3	M-3	3.20 - 4.60	73.97	63.60	347.10

Se puede observar que el material que se ubica por encima de la muestra tres, de cada una de las calicatas, presenta valores de cloruros, sulfatos y sales por encima de los valores permisibles.

Para la protección del concreto ante la presencia de sustancias agresivas como los cloruros, sulfatos y sales solubles, se recomienda utilizar un aditivo y un sellador impermeabilizante que proteja el concreto de estas sustancias. Así como también utilizar un Cemento Portland tipo V en la elaboración del concreto para obtener una resistencia moderada ante la presencia de sulfatos. Además se deberá proteger los cimientos con un geotextil para así tener la certeza que la humedad del suelo que contiene las sustancias Cloruros, Sulfatos y Sales Solubles no se impregnará al concreto.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Según la ubicación geológica del terreno, nos encontramos sobre depósitos aluviales, cuyos suelos principales son conglomerados y contenido cantos de diferentes tipos con matrices arena – limosas.
- De las exploraciones realizadas se pudo identificar 4 tipos de estratos, el primer estrato el cual contiene restos de material orgánico de espesor promedio 1.10 m, el segundo estrato conformado por material arcilloso color marrón oscuro de un espesor promedio de 1.0 m, el tercer estrato conformado por material limoso de baja plasticidad (ML) con un espesor promedio de 1.30 m, y el último estrato conformado por material gravoso (GW) con presencia de bolonerías de diámetro mayor a 3" en un 15% llegando a un máximo diámetro nominal de 20 cm.
- Se pudo identificar niveles freáticos a profundidades de 4.3 m y 4.6 m.
- De los análisis realizados, se recomienda considerar la colocación de un mejoramiento de 30 cm con material Over 4", como base de las cimentaciones a colocar sobre el material limoso y arcilloso.

Las características del mejoramiento debe considerar la utilización de piedra con tamaño máximo nominal de 4". La forma de colocación debe ser gradual, primero se colocará una capa de 10cm de Over 4", luego una capa de 10cm de Over 3" y finalmente una última capa de 10 cm con material Over 3" a menos, tal como se observa en la Imagen N°6, de tal forma que en el nivel de subrasante este conformado por las partículas más finas del Over y se llegue a obtener una compactación del 95%.

- Se calculó la capacidad portante para el material limoso (ML) y granular (GW), cuyas capacidades portantes a 2 m (profundidad de cimentación típica para el cuarto de bombas), son 1.185 kg/cm² y a 4 m (profundidad máxima de cimentación de sistema recomendada) es 5.77 kg/cm².
- Se ha encontrado valores de contenido de sales, cloruros y sulfatos mayores a los permisibles en el segundo y tercer estrato, es decir por encima de los 3 m, los cuales afectarán el concreto que se encuentre en contacto directo. Por ello se recomienda utilizar un aditivo y un sellador impermeabilizante que proteja el concreto de estas sustancias. Así mismo se sugiere utilizar un Cemento Portland tipo V en la elaboración del concreto para obtener una resistencia moderada ante la presencia de Sulfatos

- Se recomienda construir las estructuras por encima del nivel freático, puesto que la propuesta de elevar las estructuras hasta los 8m de profundidad (plano de sección de cisterna enviada por el cliente) podría generar costos elevados en construcción, problemas técnicos en construcción y menor tiempo de vida útil.
- Se recomienda la construcción de una cisterna semi enterrada, es decir que el nivel de fondo de la cisterna alcance como máximo los 4 m de profundidad y la altura restante requerida se encuentre por encima de del nivel actual del terreno, requiriendo tan solo la modificación de los sistemas de bombeo y extracción.

Anexo 2: Resultado del laboratorio de la prueba de resistencia de concreto



COPROIN S.A

INGENIERIA DE PROYECTOS - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - ESTUDIO
GEO-TECNICO PARA CIMENTACION Y PAVIMENTO ENSAYOS

RESULTADO DE ENSAYO

PROYECTO : CISTERNA DE AGUA CONTRA INCENDIOS
SOLICITANTE : KATARINE CARRANZA
EMPRESA : BRAVO & JULCA CONSTRUCTORES SAC
DIRECCIÓN : Manuel Valle (ex Av. JJ Poblato) Parcela D-19 Lote 2, Lurin, Lima
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, jueves 29 de febrero de 2020

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : TECHO DE CUARTOS DE BOMBAS
CANT. DE DÍAS : 7 DÍAS

EQUIPO DE COMPRESION

MARCA / MODELO : SOLTEST

ASTM C 39/C39M		ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO								
Nº	Descripción	Fecha de muestreo en campo	Fecha de Rotura	Idº de Días	Elasticidad F'c (Kg/cm²)	Carga de Rotura (Kg)	Probeta		Factor de Corrección	RESISTENCIA (kg/cm²)
							Ø	Área (cm²)		
1	Probeta 1	27/02/2020	5/03/2020	7	245	31430	15.01	176.96	1	177.7

OBSERVACIONES

Núcleo (s), remitido por el solicitante.

FECHA DE EMISIÓN

Lima, jueves 05 de marzo de 2020

Tec.: J.C.C.N. | Rev.: D.M.S.

Av. Gerardo Unger 237A, Urbanización Ingeniería, SMP, Lima
TEL: 011 4238087 / 956179030 / 947418000
Email: shuarco@grupocoproin.com / informes@grupocoproin.com


BRYAN ANDREE
SOTO AIRA
Ingeniero Civil



COPROIN S.A

INGENIERIA DE PROYECTOS - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - ESTUDIO
BIOTECNICO PARA DIMENTACION Y PAVIMENTO ENSAYOS

RESULTADO DE ENSAYO

PROYECTO : CISTERNA DE AGUA CONTRAINCENDIOS
SOLICITANTE : NATARINE CARRANZA
EMPRESA : BRAVO & JULCA CONSTRUCTORES SAC
DIRECCIÓN : Manuel Valle (ex Av. JJ Poblado) Parcela D-19 Lote 2, Lurin, Lima
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, jueves 29 de febrero de 2020

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : TECHO DE CUARTOS DE BOMBAS
CANT. DE DÍAS : 14 DÍAS

ESQUEMA DE COMPRESION

MARCA / MODELO : SOLTEST

ASTM G 38/G38M		ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO								
Nº	Descripción	Fecha de muestreo en campo	Fecha de Rotura	Nº de Días	Diseño F'c (Kglom ²)	Carga de Rotura (Kg)	Probeta		Factor de Corrección	Resistencia (Kglom ²)
							+	Área (cm ²)		
1	Probeta 2	27/02/2020	12/03/2020	14	245	37510	15.02	177.19	1	211.7

OBSERVACIONES

Núcleo (s), remitido por el solicitante.

FECHA DE EMISIÓN

Lima, jueves 12 de marzo de 2020

Tec: J.C.C.N. | Rev.: D.M.S.

Av. Gerardo Unger 237A, Urbanización Ingenieros, S.M.P. Lima
TEL: 014539087 / 936173930 / 947420007
Email: shuorco@grupocoproin.com / informes@grupocoproin.com


BRAYAN ANDREE
BOTO AZA
Ingeniero Civil
CIP Nº 236638



COPROIN S.A

INGENIERIA DE PROYECTOS - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - ESTUDIO
GEOTECNICO PARA CIMENTACION Y PAVIMENTO ENSAYOS

RESULTADO DE ENSAYO

PROYECTO : CISTERNA DE AGUA CONTRAINCENDIOS
SOLICITANTE : KATARINE CARRANZA
EMPRESA : BRAVO & JULCA CONSTRUCTORES SAC
DIRECCIÓN : Manuel Valle (ex Av. JJ Poblado) Parcela D-19 Lote 2, Lurin, Lima
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, jueves 29 de febrero de 2020

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : TECHO DE CUARTOS DE BOMBAS
CANT. DE DIAS : 28 DIAS

EQUIPO DE COMPRESION

MARCA / MODELO : SOLTEST

ASTM C 39/C39M		ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO								
Nº	Descripción	Fecha de muestreo en campo	Fecha de Rotura	Nº de Días	Diseño F'c (Kg/cm²)	Carga de Rotura (Kg)	Probeta		Factor de Corrección	Resistencia (kg/cm²)
							Ø	Area (cm²)		
1	Probeta 3	27/02/2020	26/03/2020	28	245	47560	15.04	177.66	1	296.5

OBSERVACIONES

Núcleo (x), remido por el solicitante.

FECHA DE EMISIÓN

Lima, jueves 26 de marzo de 2020

Tec.: J.C.C.N. | Rev.: D.M.S.

Av. Gerardo Unger 237A, Urbanización Ingeniería, SMP, Lima
TEL: 016539087 / 936173930 / 947420007
Email: shuajca@grupocoproin.com/informes@grupocoproin.com


BRYAN ANDRIE
SOTO MIRA
Ingeniero Civil
CIP Nº 256636

Anexo 4: Registro fotográfico





construccion de cañaduras



Encofrados
de muros de
concreto de
sistema



Desencofrado
de calzaduras



Vaciado de techo de la cisterna